

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

DOMINIK KENDEL

**SUČELJE ZA PRIKAZ STANJA U OPTIČKIM
VODOVIMA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2010.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

**SMJER TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI,
MODUL MULTIMEDIJ**

**SUČELJE ZA PRIKAZ STANJA U OPTIČKIM
VODOVIMA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
prof.dr.sc. Karolj Skala

Student:
Dominik Kendel

Zagreb, 2010.

*Ovaj diplomski rad posvećujem svojim roditeljima,
koji su mi omogućili ovo školovanje.
Zahvaljujem im na stalnoj potpori koju su mi
pružali tijekom cijelog mog školovanja.*

*Zahvaljujem se i svom mentoru prof. dr. sc. Karolju Skali
na pomoći pri izradi diplomskog rada.*

SAŽETAK

Multimedijske komunikacije bazično koriste svjetlovodni medij u širokopojasnom prijenosu digitalnih informacija. Svjetlovodna tehnologija se temelji na prijenosu generiranog svjetlosnog signala laserskom pobudom, odnosno na emitiranju, prijenosu i prijemu svjetla. U zadnjih dvadesetak godina počela se široko primjenjivati zbog prednosti u prijenosu informacija temeljem velikih prijenosnih kapaciteta. Informacije se prenose putem optičkih vodova koji se moraju nadgledati da bi se na vrijeme uočila oštećenja ili neke druge pogreške koje bi mogle dovesti do zastoja u komunikacijskom procesu.

U ovom radu je razvijeno i programsko rješenje s grafičkim sučeljem za praćenje opterećenja optičkih vodova u realnom vremenu preko interneta. Sustavnim istraživanjem i razvojem relevantnih parametara (boje, psihološki atributi...) došlo se do optimalnih rješenja u izboru boja koje su nakon istraživanja odabrane u praktičnom radu. Stupnjevi opterećenosti vodova prikazani su simbolima različitih veličina i boja. Povećanje opterećenja rezultira promjenom veličine simbola te njegove boje od zelene, plave, preko žute do crvene. Za izradu grafičkog sučelja korišten je alat Adobe Flash, u kojem je riješen prikaz i napisan programski kod. Povezivanje i uzimanje podataka iz on-line baze o opterećenju optičkih vodova vrši se pomoću XML-a (EXtensible Markup Language).

Znanstveno istraživački i razvojni rad je rađen na Grafičkom fakultetu na Katedri za Multimedij i informacijske sustave, a eksperimentalna verifikacija je provedena na najvećoj kampus mreži na Institutu Ruđer Bošković.

Ključne riječi: optički vodovi, monitoring, boje, Adobe Flash, XML.

ABSTRACT

Multimedia communications in broadband transfer of digital information basically use fiber optic media. Fiber optic technology is based on the transfer of light signal generated by laser excitation, and on emission, transfer and absorption of light. In the last twenty years it began widely to apply because of advantages in transfer of information based on large transfer capacity. Information is transmitted through optic fibers that should be monitored, so damages on fibers or other mistakes, that can block communication process, could be spotted on time.

In this work a software solution with graphical display is also developed for monitoring fiber optic load in real time on internet. Systematic research and develop of the relevant parameters (colors, psychological attributes...) were used to achieve optimal solutions in selection of colors that were chosen in practical work after the research. The degrees of the load are shown by symbols with different size and color. Increasing load results in resize the symbol and its color changes from green, blue through yellow to red. To create a graphical display, Adobe Flash tool was used where display was solved and code was written. XML (Extensible Markup Language) was used for connecting and collecting data of fiber optic load from on-line data base.

Scientific research and development work were done on Faculty of Graphic Arts, in Department of Multimedia and Information systems, while experimental verification was carried out on the largest campus network on the Rudjer Boskovic Institute.

Keywords: optic fibers, monitoring, colors, Adobe Flash, XML.

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	OPTIČKI VODOVI.....	2
2.1.	Povijesni razvoj.....	2
2.2.	Podjela optičkih vodova.....	5
2.3.	Građa optičkih vodova.....	5
3.	PROBLEM MONITORINGA U OPTIČKIM VODOVIMA	7
3.1.	Mjerenja na optičkim prijenosnim sustavima	7
4.	STANJE TEHNIKE U PROBLEMU MONITORINGA	10
4.1.	Komercijalna rješenja i programi dostupni na tržištu	10
4.2.	Metode neovlaštenog prikupljanja informacija iz optičkih vodova.....	12
4.2.1.	Metoda priključnih spojnica (eng. splice)	13
4.2.2.	Metoda djeliteља ili obujmica (eng. splitter or coupler).....	14
4.2.2.1.	Korištenje posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na optičke niti	14
4.2.2.2.	Korištenje posebnih osjetila koja se trajno učvršćuju na optičke niti	15
4.2.3.	Beskontaktne metode.....	16
4.3.	Metode zaštite od neovlaštenog pristupa i krađe informacija.....	16
4.3.1.	„Radio Frequency Testing System“ metoda.....	16
4.3.2.	Sustav detekcije promjena (eng. Intrusion Dection System).....	17
4.3.3.	„Optical Time Domain Reflectometer Intrusion Dection System“ metoda ..	17
4.3.4.	Enkripcija podataka	17
5.	ISTRAŽIVANJE	18
5.1.	Definicija boja.....	18
5.2.	Doživljaj (vizualizacija) boje.....	19
5.3.	Psihološki atributi boje	23
5.4.	Sustavi uređenosti boja	25
5.5.	Simbolika boja	27
5.6.	Boje u službi upozorenja.....	28
5.7.	Svrha istraživanja.....	28
6.	REALIZACIJA.....	29
7.	TEHNOLOGIJE KORIŠTENE U PRAKTIČNOM DJELU	30
7.1.	Adobe Flash	30
7.1.1.	Adobe Flash Player.....	30
7.1.2.	ActionScript – programski jezik u Adobe Flash-u	31
7.1.3.	Grafičko sučelje u Adobe Flash-u	32

7.1.4.	Razlika između Button, Movie Clip i Graphic symbol	37
7.1.5.	Animacija.....	38
7.2.	Jezik za označavanje podataka „EXtensible Markup Language"	40
7.2.1.	Povijesni razvoj „EXtensible Markup Language-a“	42
7.2.1.1.	Jezik za označavanje podataka „Generalized Markup Language“	42
7.2.1.2.	Standardni jezik za označavanje podataka „Standard Generalized Markup Language“	42
7.2.1.3.	Standard „HyperText Markup Language“	43
7.2.1.4.	Jezik za označavanje podataka „Extensible Markup Language“	43
7.2.2.	Prednosti i nedostaci „EXtensible Markup Language-a“	44
7.2.2.1.	Prednosti.....	44
7.2.2.2.	Nedostaci.....	44
7.2.3.	Verzije „EXtensible Markup Language-a“	45
7.3.	Internet	46
7.3.1.	Primjena Interneta.....	46
7.3.2.	Princip rada Interneta.....	47
7.3.2.1.	„Internet protocol“ i „Transmission Control Protocol“	47
7.3.2.2.	Sustav adresiranja „Uniform Resource Locator“	48
7.3.2.3.	Svjetska mreža „World Wide Web“	48
8.	POSTIGNUĆE	49
8.1.	Dizajn optičkog voda	50
8.2.	Usporedba sustava nadzora optičkih vodova	52
8.2.1.	Sustav za nadzor korišten do sada	52
8.2.2.	Grafičko sučelje za prikaz stanja u optičkim vodovima	53
8.3.	Rezultati testiranja grafičkog sučelja	55
8.3.1.	Način i rezultati testiranja.....	55
8.3.2.	Primjena aplikacije za prikaz stanja u optičkim vodovima	56
9.	ZAKLJUČAK.....	57
10.	LITERATURA	58

1. Uvod

Tehnologija temeljena na emitiranju, prijenosu i prijemu svjetla, odnosno na generiranju svjetlosnog signala laserskom pobudom naziva se svjetlovodna tehnologija. U zadnjih dvadesetak godina počela se primjenjivati u gotovo svim granama tehnologije zbog različitih prednosti u prijenosu informacija i velikih prijenosnih kapaciteta. Osim u telekomunikacijama, gdje se najviše koristi, svjetlovodna tehnologija se primjenjuje i u ostalim područjima, i to posebno u graditeljstvu, brodogradnji, zrakoplovnoj industriji, medicini, rudarstvu, svemirskom programu...

Prijenos signala u svjetlovodnoj tehnologiji zbiva se kroz optičke vodove, odnosno optička vlakna. U svrhu osiguranja neprekinutog i nesmetanog prijenosa potrebno je kontinuirano pratiti stanje u optičkim vlaknima, tako da se u slučaju kvara može pravovremeno reagirati i u što kraćem roku kvar ukloniti. Postoje različiti načini na koje korisnik može doći do podataka o stanju vodova, ovisno o osobinama voda koje se promatraju.

U ovom diplomskom radu prikazan je jedan od načina grafičkog praćenja opterećenja optičkog voda. Na početku je prikazan povijesni razvoj te građa optičkih vodova, a zatim problemi na koje se nailazi prilikom praćenja prijenosa signala. Navedene su današnje mogućnosti tehnologija u toj problematici. Istraženo je kako nastaju boje i na koji način ih ljudi vide te kako utječu na čovjeka i njegov doživljaj okoline. Obzirom da je sučelje za prikaz stanja programski i grafički riješeno u Adobe Flashu, a podaci o opterećenosti voda se pomoću XML-a uzimaju iz baze u realnom vremenu, pobliže su definirane tehnologije korištene prilikom izrade samog sučelja. Na kraju je prikazan izgled samog on-line grafičkog sučelja te objašnjen način na koji radi.

Ovaj rad se temelji na vlastitom istraživanju metode i tehnike monitoringa dinamičkih komunikacijskih stanja u svjetlovodnoj mreži.

2. Optički vodovi

2.1. Povijesni razvoj

Prva optička vlakna pojavljuju se u drugoj polovici prošlog stoljeća, usporedno s pojavom lasera.¹ Ljudi su već prije nekoliko stotina godina imali ideje o prijenosu informacija pomoću svjetlosti. Godine 1790. francuski izumitelj Claude Chappe napravio je „optički telegraf“, uređaj sastavljen od niza semafora koje su na tornjevima držali ljudi i preko njih odašiljali poruke. Sustav je ubrzo zastario jer ga sredinom devetnaestog stoljeća zamjenjuje električni telegraf. 1880. godine Alexander Graham Bell je izumio i patentirao optički telefonski sustav „Photophone“ koji se temeljio na ideji prijenosa signala pomoću svjetlosti kroz atmosferu, kao u slučaju bakrene žice i električnog signala. Međutim, problem je bio raspršenja svjetlosti i zbog toga je sustav bio nepouzdan. Bellovo ranije otkriće, telefon, bio je mnogo praktičnije rješenje, te je „Photophone“ ostao samo eksperimentalni izum.

Otkriće dualne prirode svjetlosti početkom prošlog stoljeća dovelo je do nastanka prvih lasera u šezdesetim godinama. Pojavom lasera povećao se broj istraživanja u području optičkih vlakna, jer se došlo do spoznaje da optička komunikacija može prenijeti znatno veću količina podataka u odnosu na radio i telefonsku komunikaciju. No, problem je bio neučinkovitost prvih lasera izrađenih od jednog poluvodiča. Takvi laseri nisu zadovoljavali u smislu disipirane snage, pregrijavanja, kratkog vijeka trajanja svega nekoliko sati i velike potrošnje struje za ostvarenje laserske reakcije, budući da nije bila moguća na sobnoj temperaturi. Također, problem je bio širenje laserskog svjetla kroz slobodan prostor zbog raspršenja i značajnog gušenja. Korištenjem modificiranih GaAs spojeva, laserska reakcija u AlGaAs ograničena je samo unutar tankog sloja GaAs. To je otvorilo put nastanku lasera "čvrstog stanja", tj. poluvodičke naprave koja radi na sobnoj temperaturi, odnosno napravljena je prva LED dioda.

Obzirom da je riješen problem pouzdanosti izvora svjetlosti, za razvoj komunikacija preostala važna prepreka je bila prijenos svjetlosnih signala na velike

udaljenosti. Radio valovi velikih valnih duljina putuju slobodno zrakom, prodiru s lakoćom kroz maglu i veliku kišu, no kratkovalno lasersko svjetlo se odbija od kapljica kiše i drugih čestica koje se nalaze u atmosferi, što uzrokuje njegovo raspršenje ili potpuno gušenje. Dakle, magloviti dan bi mogao uzrokovati prekid komunikacijskih veza ostvarenih putem lasera. Zbog toga je za prijenos informacija putem svjetlosti na velike udaljenosti bio potreban vodič analogan telefonskim linijama.

Osim optičkih vlakana, i drugi materijali su razmatrani kao potencijalni „nosači“ svjetla. Eksperimentalno je utvrđeno da staklena vlakna debljine vlasi kose najbolje prenose svjetlost na male udaljenosti. Takva su vlakna korištena u industriji i medicini za dovođenje svjetlosti na, klasičnim instrumentima, nedostupna mjesta. Međutim, problem je bio gubitak snage svjetlosti do 99 % prilikom prolaska kroz optičko vlakno ne duže od 100 metara. 1966. godine Charles Kao i George Hockham iz Telecommunications Laboratories u Engleskoj objavljuju članak u kojem objašnjavaju kako visoki gubici postojećih optičkih vlakna teoretski nastaju zbog malih nečistoća unutar stakla, a ne zbog unutrašnjih ograničenja samoga stakla. Predvidjeli su da se gubici svjetlosti koja putuje vlaknom mogu drastično smanjiti s 1000 dB/km na manje od 20 dB/km. Ovo istraživanje inspiriralo je veliki broj znanstvenika te su 1970. godine na Corning Glass Works Donald Keck, Peter Schultz i Robert Maurer uspješno napravili prvo optičko vlakno dužine stotinu metara s niskim gubicima, manjim od 20 dB/km, i kristalne čistoće kakvu su predložili Kao i Hockham. Kako je čistoća vlakna bila glavni uvjet za smanjenje gubitaka, optička vlakna visokog stupnja prozirnosti nisu se mogla izrađivati uobičajenim metodama, nego se kemijskim putem dobivalo čisto silicijevo staklo, SiO_2 koje je zatim korišteno u komercijalne svrhe.

Prvotno napravljeni optički vodovi bili su jednomodni i imali su jezgru promjera svega nekoliko mikrometara, uski frekvencijski pojas te stepeničasti indeks loma. Problem je bio postizanje dovoljne tolerancije na ulaznom konektoru da prilikom puštanja svjetla u optički vod ne dolazi do raspršenja zrake. Iz tog razloga razvijaju se višemodnih optički vodovi unutar kojih se zraka rastavlja na više zraka i prenosi informaciju. Prvi komercijalni višemodni optički vodovi koristili su jezgru promjera 50 μm i 62,5 μm te valnu duljinu svjetlosti od 850 nm. Svjetlost je emitirala laserska galij – aluminij – arsenid dioda, ali je

takav optički komunikacijski sustav bio ograničen gušenjem od 2 dB/km pa je prijenos bio omogućen do otprilike 10 km. Prvi test postavljanja optičkih vodova učinjen je 1976. godine, gdje je AT&T kompanija u Atlanti postavila dva optička kabela, svaki s 144 optička vlakna ukupne duljine gotovo 7 kilometara.

Druga generacija optičkih vodova kao izvore svjetlosti koristila je indij – galij – arsenid – fosfid laserske diode koje emitiraju svjetlo valne duljine 1,3 μm i imaju gradijentni indeks loma. Ostvarena su gušenja manja od 0,5 dB/km i nešto manje raspršenje spektra nego kod prve generacije. Na projektu postavljanja prvog preoatlantskog optičkog voda 1988. godine, koji je imao pojačala za regeneriranje slabih signala na međusobnoj udaljenosti većoj od 60 km, utvrđeno je da jednomodni optički vodovi imaju bolja svojstva što se tiče disperzije i gušenja. Nova generacija jednomodnih optičkih vodova koristi zrake valne duljine od 1,55 μm s gušenjem od 0,2 – 0,3 dB/km te je moguća veća udaljenosti između pojačala za regeneraciju signala.

U samom začetku razvoja tehnologije optičkih vlakna problem su bila pojačala za regeneriranje oslabljenih signala. Optičkim napravama bila je moguća detekcija i vrlo slabog ulaznog laserskog svjetla, no samo pojačalo je moralo biti elektronička naprava koja će detektiranu svjetlost pretvarati u električni signal, pojačati i usmjeriti na novu lasersku diodu. Na taj način se odašilje novi, pojačani optički signal. Ovakav sistem je bitno ograničen kapacitetom elektroničkih pojačala, koji je tada bio znatno manji od raspoloživog kapaciteta lasera i optičkih vodova. 1985. godine na engleskom Sveučilištu Southampton, fizičar S.B. Poole otkriva da dodatkom male količine erbiju u staklo od kojeg se izrađuju optička vlakna, moguće je napraviti pojačala sa samo optičkim elementima. Kratki stakleni pramen, dopiran erbijem, ugrađen u optičko vlakno, kada primi energiju od vanjskog izvora svjetlosti ponaša se kao laser i pojačava optički signal bez korištenja elektronike. Pooleove kolege u Southamptonu, David Payne, P.J. Mears i Emmanuel Desurvire iz Bell Laboratories primjenjuju otkriće na praktična pojačala signala u optičkim vlaknima i 1991. godine istraživači iz Bell Laboratories pokazuju da potpuno optički sustavi mogu imati 100 puta veći kapacitet od sustava s elektronskim pojačalima. U kratkom su roku europske i američke komunikacijske tvrtke postavile potpuno nove optičke kablove preko Atlantskog i Tihog oceana, te ih pustili u rad 1996. godine.

2.2. Podjela optičkih vodova

Postoje različite vrste podjela optičkih vodova.¹ Vodovi se međusobno razlikuju prema vrsti materijala od kojih je izrađena jezgra i omotač (plašt), prema promjeni indeksa loma te broju modova koji koristi. Dije se na jednomodne i višmodne, koji mogu biti sa stepeničastim ili gradijentnim indeksom loma. Postoji i podjela prema optičkom prozoru s obzirom na gušenje i valnu duljinu.

2.3. Građa optičkih vodova

Jezgra i plašt se izrađuju kao jedno tijelo s različitim sastavom i indeksom loma (Slika 1).¹ Proces izrade je kemijski kontroliran i jezgra se obično izrađuje s 0,5 – 2 % većim indeksom loma od omotača. Treći sloj je drugi omotač koji ne smije biti optički vodljiv. Zaštitni omotač se obično izrađuje od plastike (PVC), višeslojnih polimera i tvrdih neporoznih elastomera.

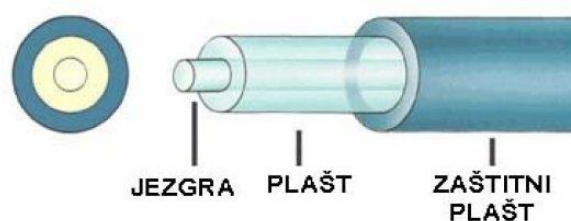
Promjer vanjskog zaštitnog plašta je tipično 250 μm ili 900 μm . Zaštitni plašt se naziva još i primarnim i nanosi se ekstruzijom nakon izvlačenja optičkih vodova. Sekundarni plašt služi za dodatnu mehaničku zaštitu optičkog vlakna te za zaštitu od vlage i raznih kemikalija. Sastoji se od relativno debelog sloja određene plastične mase koja se nanosi na vlakno s primarnom zaštitom, tijesno (“tight”) ili labavo (“loos”), punjeno posebnom masom ili bez punjenja.

Jezgra i plašt mogu biti oboje izrađeni od kvarcnog stakla (SiO_2), od višekomponentnog stakla koji je smjesa SiO_2 i oksida alkalijskih i zemnoalkalijskih metala. Jezgra može biti napravljena od kvarcnog stakla, a odrazni plašt od plastične mase pojačane silicijem (PSC). Također, oboje mogu biti izrađeni od plastičnih masa (polimera). O materijalu od kojeg je izrađen plašt ovisi raspršenje, dok apsorpcija ovisi o čistoći jezgre i utječe na gušenje, budući da prilikom prolaska svjetlosti dolazi do sudara fotona s molekulama nečistoća.

Najrašireniji su optički vodovi s jezgrom od stakla kojeg odlikuje malo gušenje (atenuacija) obzirom da se radi o čistom silicijevom dioksidu, SiO_2 ili lijevanom kvarcu. Ponekad se tijekom kemijskog procesa dodaju bor i fluor radi smanjenja stupanja loma zrake, te germanij, titan ili fosfor zbog povećanja stupanja refrakcije. Dodatkom navedenih elemenata povećava se atenuacija, apsorpcija ili raspršenje i takvi optički vodovi su skuplji.

Optički vodovi izgrađeni od plastičnih masa imaju najveću atenuaciju i većih su dimenzija od staklenih. Budući da su jeftiniji, obično se koriste u industrijskim postrojenjima. Zapaljivi su pa se provlače kroz temperaturno izolirane cijevi. Tipične dimenzije su 480/500, 735/750 i 980/1000 μm . Jezgra je obično građena od polimetil metakrilata (PMMA), dok je plašt građen od fluoropolimera.

Posljednji materijal koji se koristi za gradnju optičkih vodova je smjesa plastike i silicija (PSC). Ovakav vod je poboljšana verzija optičkih vodova od napravljenih od plastične mase. Po svojstvima koji karakteriziraju svjetlovod spada između prve dvije skupine. Obično je jezgra staklena, a plašt od polimera i takva građa plašta uzrokuje probleme prilikom spajanja na konektore, jer nije moguće varenje na klasičan način, kako se inače spajaju stakleni optički vodovi. Tako građen plašt nije topljiv u organskim otapalima.



Slika 1: Izgled optičkog voda.

3. Problem monitoringa u optičkim vodovima

3.1. Mjerenja na optičkim prijenosnim sustavima

Izgradnjom optičkih prijenosnih sustava javlja se potreba za mjerenjima karakteristika niti u svim fazama, od proizvodnje i montaže do održavanja.² Zbog velike važnosti navedenih mjerenja razvijen je niz mjernih postupaka i postoji ogroman izbor mjernih instrumenata. Mjerni postupci pomoću kojih se utvrđuju pojedini parametri optičkih vodova propisani su prema preporukama IEC-a (International Electrotechnical Commission) i CCITT-a (prevedeno sa francuskog: International Telegraph and Telephone Consultative Committee). Za mjerenje pojedinih parametara, osim referentnih test metoda koriste se i alternativne metode.

Niti u optičkom vodu predviđene su za primjenu u prijenosnim mrežama i moraju zadovoljavati određene kriterije (određena jačina prigušenja, zasićenosti, disperzije...), kao i električni vodovi. Prenošenje elektromagnetske energije optičkim nitima u blizini infracrvenog područja elektromagnetskog zračenja zahtjeva primjenu posebnih metoda i uređaja za mjerenje parametara.

U prijenosnim sustavima optičkih vodova obavljaju se mjerenja na sljedećim komponentama:

1. mjerenje snage zračenja svjetlećih i laserskih dioda poluvodičkim prijamnicima
2. mjerenja na niti optičkog voda
3. ispitivanje kvalitete spreznika na niti optičkog voda.

Razvoj prijenosnih sustava optičkih vodova uvjetovao je i razvoj mjernih metoda i mjerne opreme. S mjernom su opremom najprije mogli raditi samo stručnjaci, a danas je dostupna širokom krugu korisnika zbog jednostavne uporabe.

Nakon spajanja optičkih kablova, potrebno ga izvršiti provjeru istih. Prvo se ispituje neprekinutost sustava, od početka do kraja, a zatim pogreške i problemi na njima. Ukoliko

se radi o dugačkom optičkom sustavu s puno među-spojeva svjetlovodnih niti, potrebno je provjeriti svaki spoj. Najjednostavniji i najpouzdaniji način provjere je mjerenje optičkim reflektometrom, OTDR (Optical Time Domain Reflectometer).

Na optičkim nitima se obavljaju mjerenja sljedećih značajki: prigušenja, disperzije, numeričke aperture, mjesta prekida i mjesta oštećenja. Glavna ispitivanja koja se vrše za jednomodne niti su ispitivanja prigušenja, kromatske disperzije te određivanje kritična valne duljine. Kod višemodnih niti, osim prigušenja i kromatske disperzije, ispituje se višemodna disperzija i numerička apertura.

Jednomodna nit

Ukoliko je mjerna valna duljina veća od kritične valne duljine jedne niti, dolazi do širenja samo jedanog moda. To je uvjet mjerenja prigušenja jednomodne niti. Da bi se održala stalna pobuda niti, mjerenja se obavlja u dva koraka; prvo se mjeri izlazna snaga na daljem kraju, zatim se prereže nit na ulaznom kraju i ponovo se mjeri snaga. Razlika u veličini snage, izražena u jedinicama dB, je prigušenje. Opisana metoda se naziva metoda skraćivanja niti („cutback“). Druga metoda, analiza OTDR-om je praktičnija budući da zahtjeva pristup niti samo s jedne strane.

Širina pojasa jednomodne niti ovisi o kromatskoj disperziji (ona je zanemariva kod višemodnih niti). Osnovna ideja mjerenja kromatske disperzije je slanje impulsa kratkih valnih duljina (boja) kroz nit i mjerenje njihovih različitih vremena dolaska.

Kritična valna duljina jednomodne niti definira najmanju valnu duljinu koja se može koristiti, a da se sačuva širina propusnog pojasa. Ispod te valne duljine širi se više modova. Određuje se na način da se šalje široki spektar zračenja (npr. iz volframove lampe) u kratku nit te se mjeri gušenje svake spektralne komponente. Kritična valna duljina je vidljiva kao diskontinuitet krivulja prigušenja.

Višemodna nit

Najvažniji parametar višemodne niti je prigušenje svjetlosti. Ispitivanje prigušenja je otežano zbog širenja većeg broja modova od kojih svaki posjeduje specifične karakteristike širenja. Osnove za mjerenje prigušenja su izvori svjetlosti i mjerač snage, pri čemu se koriste dva načina mjerenja: metoda skraćivanja niti i metoda povratnog raspršenja.

Višemodna disperzija predstavlja proširenje impulsa uslijed različitih brzina širenja kod različitih modova. Osnovni princip mjerenja je pobuda niti kratkim impulsom, u kojem su modovi ravnotežno raspoređeni, te mjerenja širine impulsa na kraju niti.

Kromatska disperzija je proširenje impulsa različitih brzina boja sadržanih u spektru izvora. Proširenje impulsa direktno ovisi o spektralnoj širini izvora. Kromatska disperzija je svojstvo materijala te doprinosi smanjenju širine opsega višemodnih niti i ne može se mjeriti neposredno.

Numerički otvor (NA) i promjer jezgre određuju kolika se snaga može unijeti u višemodnu nit. NA definira maksimalni kut pod kojim zrake mogu ući u nit i uvijek se mjeri na izlazu iz niti (na udaljenom kraju) obzirom da je maksimalni kut upada promatran na izlazu približno jednak onom na ulazu.

Za mjerenja na optičkim vodovima potrebno je sljedeće:

- svjetlosni izvor i prijamnik za mjerenje izračene snage, mjerač gubitaka na svjetlosnoj niti s pripadajućom opremom
- dovoljan broj kvalitetnih spreznika s pripadajućim spojnica (konektorima), prilagođenih ispitivanoj niti
- OTDR s pripadajućom opremom za terenski rad
- materijal i pribor za čišćenje svjetlovodnih niti i spojeva

4. Stanje tehnike u problemu monitoringa

4.1. Komercijalna rješenja i programi dostupni na tržištu

Postoje različita rješenja za praćenje sustava, od najjednostavnijih praćenja cijelih optičkih vodova, do softverskih rješenja koja omogućuju praćenje svakog parametra voda preko interneta i otklanjanje kvara u najbržem mogućem roku.

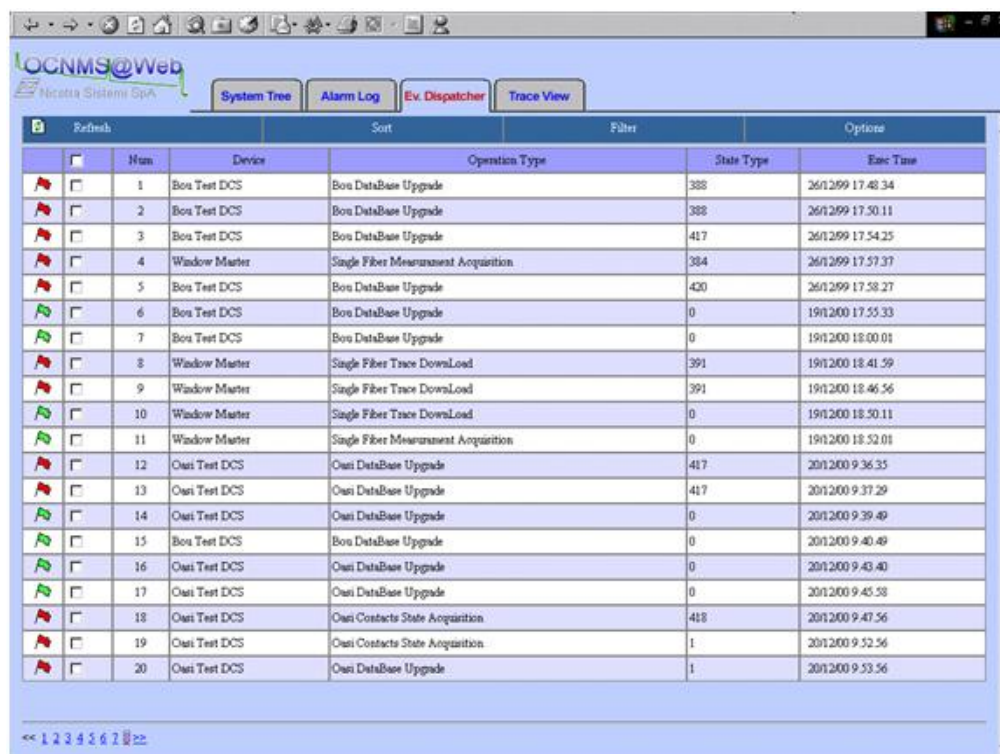
Jedno od rješenja za praćenje gubitaka u optičkom vodu nudi tvrtka LANCIER Monitoring.³ Glavne karakteristike njihovih uređaja su kratko vrijeme reakcije na grešku, određivanje lokacije kvara ako je reflektometar implementiran u sustav za praćenje, praćenje aktivnih i mračnih optičkih vlakna, praćenje ulaska u područje veće vlažnosti... Na slici 2 prikazan je uređaj FiberTxA-Mk2. Na prednjem dijelu moguće je podešavati uređaj, dok se na ekranu prikazuju izmjerene vrijednosti.



Slika 2: Uređaj za mjerenje parova optičkih vlakana.

Tvrtka Nicotra Sistemi Optical Cable Monitoring System (OCN-MS) nudi kompletno sistemsko rješenje koje detektira i najmanju nepravilnost na optičkom vlaknu u najbržem mogućem vremenu.⁴ Usporedno s time vrši se analiza optičkog vlakna, određuje mjesto na kojem se dogodio kvar i alarmira kontrolni centar. Nudi se i mogućnost praćenja preko Interneta. Pomoću OCN-MS web portala moguće je ulaziti u bilo koje mrežno računalo i preko njega pregledati kompletan status određenog optičkog voda i svi zadaci

koji se moraju izvršiti. Moguća je provjera statusa mreže i povijest alarmnog sustava te čitanje izvještaja. Na slici 3 prikazano je web sučelje OCN-MS-a.

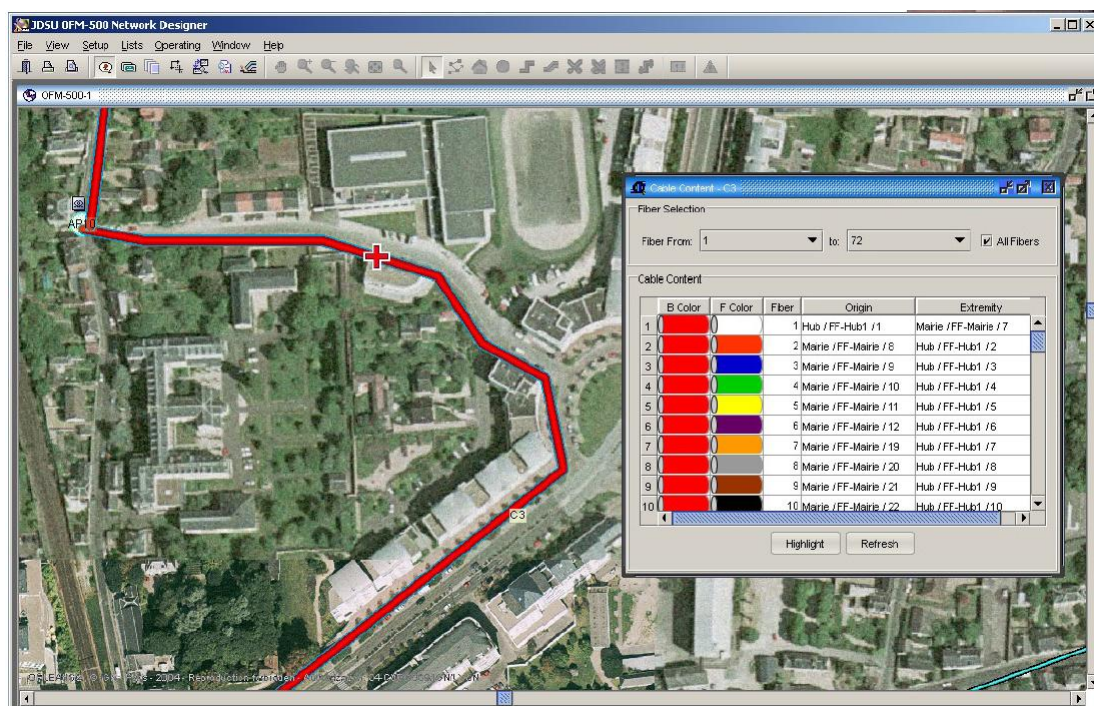


The screenshot shows the OCNMS@Web web interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: System Tree, Alarm Log, Ex. Dispatcher, and Trace View. Below the navigation bar is a table with columns: Num, Device, Operation Type, State Type, and Exec Time. The table contains 20 rows of data, each representing a system event. The events include 'Bos DataBase Upgrade', 'Single Fiber Measurement Acquisition', and 'Single Fiber Trace Download'. The 'State Type' column shows values like 388, 417, 384, 430, 0, 391, and 1. The 'Exec Time' column shows timestamps in YYYYMMDD HH:MM:SS format.

Num	Device	Operation Type	State Type	Exec Time
1	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	388	26/12/99 17:48:34
2	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	388	26/12/99 17:50:11
3	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	417	26/12/99 17:54:25
4	Window Master	Single Fiber Measurement Acquisition	384	26/12/99 17:57:37
5	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	430	26/12/99 17:58:27
6	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	0	19/12/00 17:55:33
7	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	0	19/12/00 18:00:01
8	Window Master	Single Fiber Trace Download	391	19/12/00 18:41:59
9	Window Master	Single Fiber Trace Download	391	19/12/00 18:46:56
10	Window Master	Single Fiber Trace Download	0	19/12/00 18:50:11
11	Window Master	Single Fiber Measurement Acquisition	0	19/12/00 18:52:01
12	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	417	20/12/00 9:36:35
13	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	417	20/12/00 9:37:29
14	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	0	20/12/00 9:39:49
15	Bos Test DCS	Bos DataBase Upgrade	0	20/12/00 9:40:49
16	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	0	20/12/00 9:43:40
17	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	0	20/12/00 9:45:58
18	Oasi Test DCS	Oasi Contacts State Acquisition	418	20/12/00 9:47:56
19	Oasi Test DCS	Oasi Contacts State Acquisition	1	20/12/00 9:52:56
20	Oasi Test DCS	Oasi DataBase Upgrade	1	20/12/00 9:53:56

Slika 3: Prikaz web sučelja firme OCN-MS.

Tvrtka JDSU poznata je po kvalitetnim, inovativnim rješenjima za razvoj, održavanje i optimalizaciju mreža.⁵ U velikim optičkim mrežama kombinira se daljinsko testiranje i mrežno nadgledanje (monitoring) što daje kvalitetne mrežne rezultate. Ako dođe do greške u optičkom vodu, šalje se obavijest o kojem se vodu radi te se prikazuje grafička putanja na mapi s oznakom točne lokacije kvara. Na slici 4 prikazan je primjer greške na optičkom vodu. Greška je označena crvenim križićem.



Slika 4: Grafički prikaz greške na optičkom vodovodu

4.2. Metode neovlaštenog prikupljanja informacija iz optičkih vodova

Prilikom projektiranja optičkih sustava stručnjaci određuju potrebnu snagu signala koja uz sve prisutne gubitke osigurava njegov pouzdan dolazak s jedne na drugu stranu voda.⁶ Ova snaga uvećava se za određeni faktor sigurnosti, kako sustav ni u jednom trenutku, zbog nekih nepredviđenih okolnosti, ne bi nepravilno radio.

Dobro dizajnirani sustavi mogu kvalitetno prenositi informacije bez gubitaka, neispravnih bitova, prekida signala ili mrežnih upozorenja, unatoč gubicima i anomalijama koje u prijenosni put unose TAP uređaji. Ova činjenica se koristi za neovlašteno prikupljanje informacija i podataka.

Postoje tri osnovne metode krađe informacija iz optičkih niti:

- metoda priključnih spojnica (eng. splice) – optička nit se kratkotrajno prekida kako bi se prespojila na uređaj za analizu podataka
- metoda djelitelja ili obujmica (eng. splitter or coupler) – korištenjem specijalnih prijemnika svjetlosna zraka iz optičke niti se hvata i ponovo reflektira u optičku nit, pri čemu se analizira uhvaćeni signal
- beskontaktna metoda – metoda kod koje nije potrebno fizičko spajanje na optičku nit.

Svaka od pobrojanih metoda koristi uređaje za hvatanje i analizu signala koji se u stručnoj terminologiji nazivaju TAP uređaji. Uređaji dostupni na komercijalnom tržištu vrlo su kvalitetni te u optičke niti unose gubitke manje od 3 dB. Za potrebe vojnih i istraživačkih organizacija razvijeni su uređaji za analizu signala koji unose gubitke manje čak i od 0.3 dB. Iz izloženih svojstava TAP uređaja vidljiva je zahtjevnost njihove detekcije, a gotovo je nemoguće odrediti točno mjesto njihovog priključenja, čak i uz korištenje najbolje opreme. Tu činjenicu uvelike koriste pojedinci i organizacije koje žele neovlašteno doći do vrijednih informacija i podataka.

4.2.1. Metoda priključnih spojnica (eng. splice)

Ova metoda je vrlo jednostavan način prikupljanja informacija koje putuju u obliku svjetlosnog signala kroz optičku nit.⁶ Sastoji se od kratkotrajnog presijecanja optičke niti, njezinog spajanja na posebne priključke i priključivanja TAP uređaja kojim se analizira presretnuti signal. Prekid niti uzrokuje kratkotrajni ispad prijenosnog puta koji se registrira kod davatelja telekomunikacijskih usluga. Budući da je prekid vrlo kratkotrajan, a davatelji usluga u većini slučajeva nisu odgovarajuće opremljeni niti vrše provjeru uzroka kratkotrajnih prekida, ova metoda se često koristi, jer omogućuje vrlo siguran i jeftin dolazak do vrijednih informacija i podataka. Slika 5 prikazuje jedan takav uređaj.



Slika 5: Priključna spojnica za spajanje TAP uređaja.

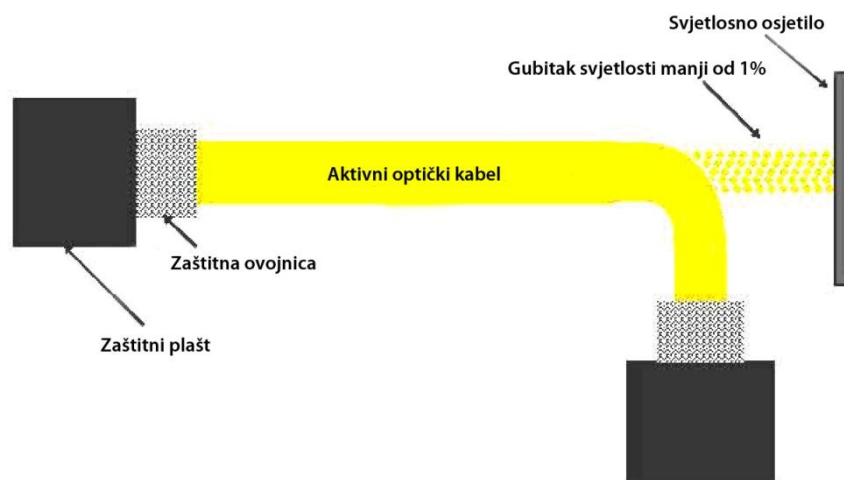
4.2.2. Metoda djelitelja ili obujmica (eng. splitter or coupler)

Metoda ima dva načina kojima se vrši prikupljanje informacija:

- korištenjem posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na optičke niti ili
- korištenjem posebnih obujmica sa ugrađenim osjetilima koje se trajno fiksiraju na optičke niti.

4.2.2.1. Korištenje posebnih osjetila bez njihovog trajnog učvršćivanja na optičke niti

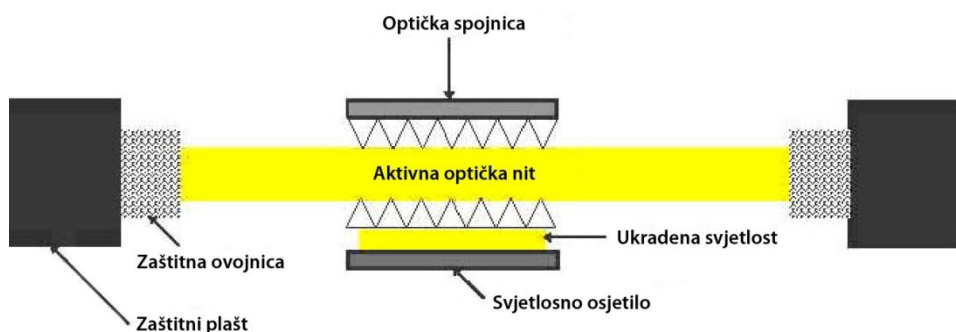
Metoda koristi pojavu pukotine u refleksnom i zaštitnom sloju optičke niti prilikom njenog savijanja pod određenim kutem. Dio svjetlosti iz niti se ne reflektira na refleksnom sloju već prolazi kroz pukotinu. Na mjestu izlaska iz niti postavlja se posebno osjetilo koje hvata signal i prosljeđuje ga na TAP uređaj gdje se signal dalje analiza. Na ovaj način unose se gubici signala manji od 1%, što je nemoguće uočiti bez visoko specijaliziranih uređaja. Slika 6 prikazuje metodu korištenja prijenosnog osjetila.



Slika 6: Metoda korištenja prijenosnog osjetila.

4.2.2.2. Korištenje posebnih osjetila koja se trajno učvršćuju na optičke niti

Kod ove metode uklanjaju se zaštitni i refleksi sloj koji se nalaze oko jezgre optičke niti te se postavlja posebno osjetilo koje zamjenjuje uklonjene slojeve. Prilikom prolaska svjetlosti dio se reflektira, a dio se apsorbira na osjetilu i prenosi na TAP uređaj gdje se signal dalje obrađuje. Na ovaj način u optičke niti se unosi gubitak od svega 0.5 % razine signala te je nemoguće otkriti neovlašteno prikupljanje informacija i podataka bez visoko sofisticiranih uređaja. Princip rada prikazan je na slici 7.



Slika 7: Metoda korištenja fiksnog osjetila.

4.2.3. Beskontaktne metode

Postoje dva načina prikupljanja informacija beskontaktnom metodom koji su opisani u američkom patentu US 6.265.710 i europskom patentu 0 915 356. U ovim patentima dostupnim na Internetu detaljno se opisuju metode i postupci prikupljanja informacija iz optičkih niti bez fizičkog kontakta s njima. Uređaji koji se koriste za ovu metodu „tapinga“ i njihov princip rada također su opisani u patentima, ali sami uređaji nisu dostupni u komercijalnoj prodaji.

4.3. Metode zaštite od neovlaštenog pristupa i krađe informacija

Kvalitetna zaštita od neovlaštenog prikupljanja informacija korištenjem metode koja zahtjeva fizički kontakt sa optičkim nitima uključuje barem jednu od sljedećih tehnika:

- RFTS (eng. Radio Frequency Testing System),
- sustav detekcije promjena (eng. Intrusion Detection System),
- ODTR (eng. Optical Time Domain Reflectometer) ili
- enkripciju podataka.

Kvalitetna zaštita od neovlaštenog prikupljanja informacija u slučajevima primjene beskontaktne metode moguća je jedino uz primjenu kvalitetnog sustava enkripcije podataka.

4.3.1. „Radio Frequency Testing System“ metoda

Metoda je prvenstveno namijenjena provjeri sigurnosti tzv. Dark Fibre optičkih kabela koji povezuju dvije točke bez ikakvih prekida. Metoda omogućava otkrivanje prisutnosti TAP uređaja na optičkom kabelu, ali samo kad nije u komercijalnoj eksploataciji, tj. od trenutka kad kabelom počnu teći korisne informacije, ova metoda više se ne može primjenjivati. Na optičkom kabelu se mogu naknadno pojaviti neki TAP uređaji koji za vrijeme provjere nisu bili prisutni, te ova metoda ne daje potrebnu pouzdanost.

4.3.2. Sustav detekcije promjena (eng. Intrusion Detection System)

Sustav detekcije promjena prati fizičku i podatkovnu razinu optičkog prijenosnog sustava i administratora upozorava o mogućoj prisutnosti TAP uređaja. Osnovni princip rada je kontrola protoka informacija i bilježenje svih prekida, odnosno pogrešaka u prijenosu u baze podataka. Sama metoda može raditi na fizičkom ili podatkovnom sloju, no ne jamči veliku sigurnost od neovlaštenog pristupa informacijama, budući da kvalitetno raspoznavanje pokušaja zlouporabe iziskuje stručno, osposobljeno i kvalitetno opremljeno osoblje čemu većina davatelja usluga ne pridaje dovoljno veliku pozornost.

4.3.3. „Optical Time Domain Reflectometer Intrusion Detection System“ metoda

Ova metoda zaštite prvenstveno se koristi kod vrlo osjetljivih i povjerljivih prijenosnih putova, prvenstveno vlade i vojske. Osnovni princip je svakodnevno mjerenje značajki optičkih niti i kabela te međusobna usporedba dobivenih rezultata kako bi se uvidjelo da li je došlo do znatnije promjene, te na taj način otkrila moguća prisutnost TAP uređaja. Sama metoda jamči veliku sigurnost od neovlaštenog pristupa informacijama, ali također iziskuje stručno, osposobljeno i kvalitetno opremljeno osoblje koje mora u svakom trenutku biti sposobno pravovremeno i odgovarajuće reagirati radi sprečavanja krađa povjerljivih informacija.

4.3.4. Enkripcija podataka

Enkripcija ne štiti fizičku razinu prijenosa tj. same optičke niti, već podatke koji se njima prenose.⁶ Ona povećava sigurnost prijenosa informacija optičkim nitima i kabelima, a primjenjuje se kako bi neovlašteno preuzete informacije s nekog komunikacijskog kanala bile što teže razumljive.

5. Istraživanje

5.1. Definicija boja

Riječ boja u svakodnevnom životu ima mnogostruko značenje.⁷ Čovjek prima 80 % informacija koje su optičke prirode, od kojih 40 % otpada na vizualne informacije o boji. Dakle, boja ima veliku ulogu u čovjekovom životu.

Postoje različita tumačenja i opisi boje. S kemijskog gledišta boja se pripisuje svojstvu kemijske strukture nekog spoja (bojila, pigmenta...). Fizičari boju pripisuju apsorpcijskom i emisijijskom spektru svjetla nekog objekta, a psihološki gledano, to je kompleksni proces koji nastaje kao posljedica primljenih živčanih signala u mozgu. Umjetnici boje dijele prema senzibilnosti na tople i hladne, dok je u marketinškom smislu boja jedan od presudnih utjecaja na distribuciju nekog proizvoda. Prema tumačenju društva Colorimetry of Optical Society of America, doživljaj boje je fizičko-psihološke naravi i ovisi o pobudi mrežnice oka svjetlom. Dakle, boja je isključivo psihofizički osjet induciran svjetlom, odnosno osjet koji u oku izaziva svjetlost emitirana iz nekog izvora svjetlosti i reflektirana s neke obojene površine. Isti fizički podražaj (svjetlo iste valne duljine) kod različitih ljudi izaziva različite osjete boje.

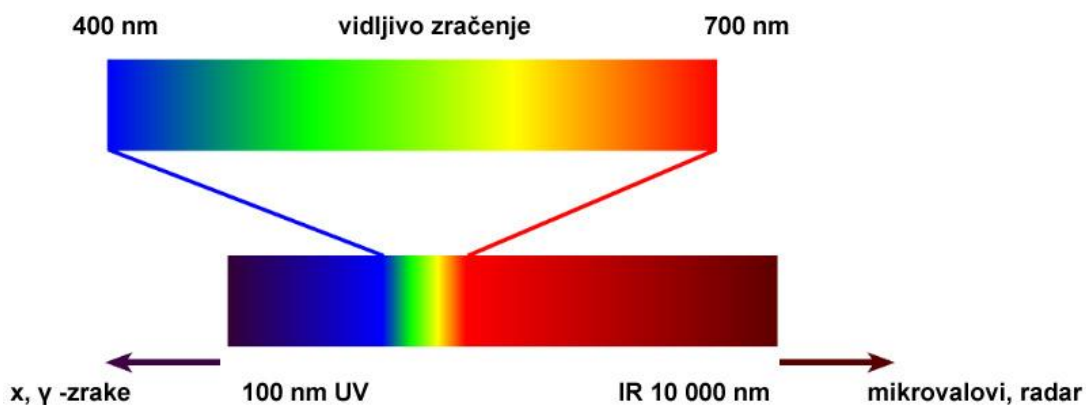
Za doživljaj boje potrebno je zadovoljiti tri uvjeta:

- izvor svjetla potreban za pobuđivanje osjeta vida,
- osjet vida gledatelja i njegov vizualni sustav te
- objekt koji se promatra i njegove osobine koje moduliraju svjetlost (svojstva apsorpcije, refleksije i transmisije svjetla).

Ukoliko dođe do izostanka jednog od navedenih uvjeta, ne dolazi do doživljaja boje.

5.2. Doživljaj (vizualizacija) boje

Ljudsko oko vidi elektromagnetsko zračenje samo u rasponu od 380 nm do 750 nm i svaku pojedinu valnu duljinu doživljava kao određenu boju. Taj dio elektromagnetskog zračenja naziva se vidljivi dio spektra (Slika 8).



Slika 8: Elektromagnetsko zračenje vidljivog dijela spektra.

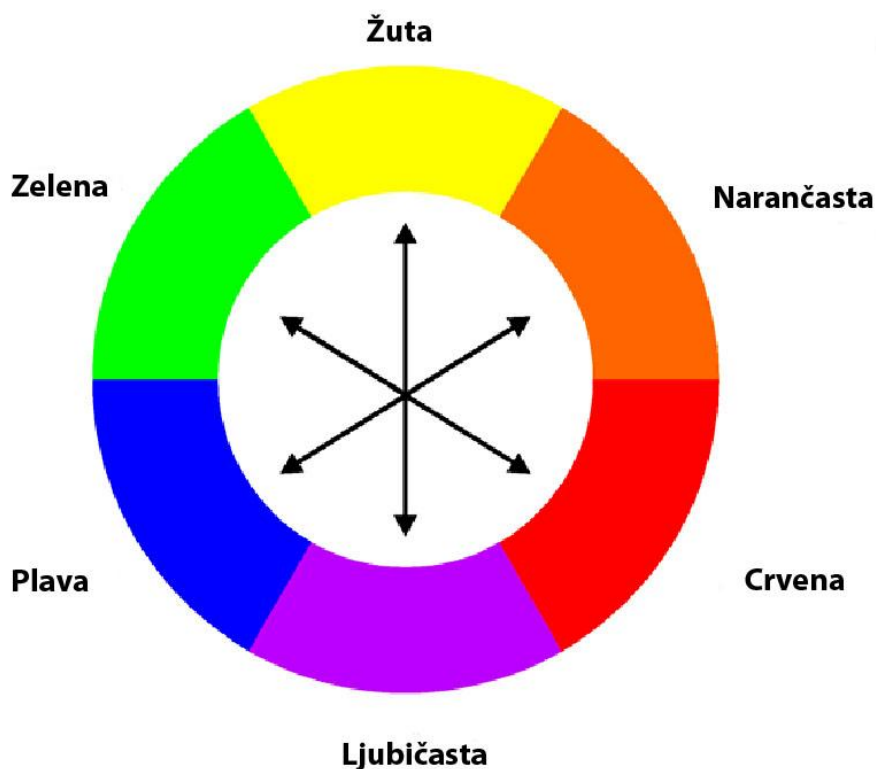
Predmet koji se promatra djeluje kao optički filter. Jedan dio svjetlosti koja dolazi do njegove površine apsorbira, dio propušta, a dio reflektira. Obojena tijela imaju najveći stupanj refleksije pri onim valnim duljinama koje odgovaraju boji tog tijela. Dakle, uzorak je boje čije su valne duljine svjetlosti najviše reflektirane. Ukoliko dolazi do potpune apsorpcije upadnog svjetla, doživljaj je crno, dok je u slučaju potpune refleksije zraka doživljaj bijelo.

Mehanizam gledanja čovjeka sastoji se od leće koja fokusira ulazne zrake svjetla u sliku te od promjenjivog otvora šarenice koji kontrolira intenzitet primljenog svjetla koje zatim pada na mrežnicu. Mrežnica je građena od milijuna receptora, štapića i čunjića. Oni zajednički pretvaraju svjetlosnu energiju u živčane impulse koji kod promatrača registriraju ton boje. Štapići su smješteni na vanjskom rubu mrežnice i osjetljivi su na niske svjetlosne razine, a neosjetljivi na boju i stoga odgovorni za doživljaj svjetline

pojedine boje. Čunjići su smješteni na malom središnjem prostoru mrežnice oka, zvanom žuta pjega, i odgovorni su za razlikovanje boja. Fotoreceptori podešavaju svoju osjetljivost prema intenzitetu svjetla okruženja.

Način na koji se doživljava boja u mozgu objašnjen je „zonskom teorijom viđenja boja“. Ova teorija obuhvaća i teoriju suprotnih procesa i trikromatsku teoriju. Prema njoj, iza čunjića se nalazi još jedan sloj receptora. Smatra se da postoje tri vrste bipolarnih osjetilnih receptora koji mogu primiti suprotne informacije od svakog čunjića i djelovati kao suprotne stanice.

Teorija suprotnih procesa ili Heringova teorija pretpostavlja da čunjići nisu osjetljivi na tri kromatska područja: crveno, plavo i zeleno, već da stvaraju signal na osnovi principa suprotnih parova boja. Suprotni parovi boja ili komplementarne boje su: žuta-ljubičasta, plava-narančasta, crvena-zelena, što je vidljivo na donjoj slici (Slika 9).



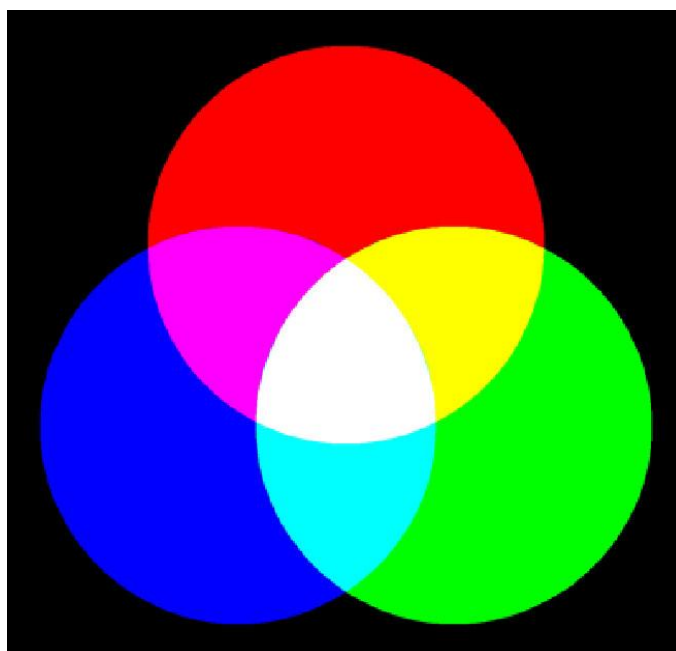
Slika 9: Prikaz komplementarnih boja.

U literaturi postoji nekoliko tumačenja pojma komplementarnih boja. Komplementaran (lat. *complere* – ispuniti, napuniti) znači nadopunjujući, dopunski. Svaka obojena podloga propušta ili reflektira svjetlo vlastite boje, a apsorbira svjetlo komplementarne boje.

Čovjek može razlikovati svaku boju kao određenu mješavinu svjetla onih boja koje se ne mogu dobiti međusobnim miješanjem drugih boja i te boje se nazivaju primarne ili osnovne (trikromatske) boje. U njih ubrajamo crvenu, plavu i zelenu.

Komplementarne boje se međusobno nadopunjuju, a rezultat njihovog je bijela, crna ili siva. Rezultat miješanja ovisi o principu miješanja pri čemu se razlikuje aditivno i suptraktivno miješanje boja.

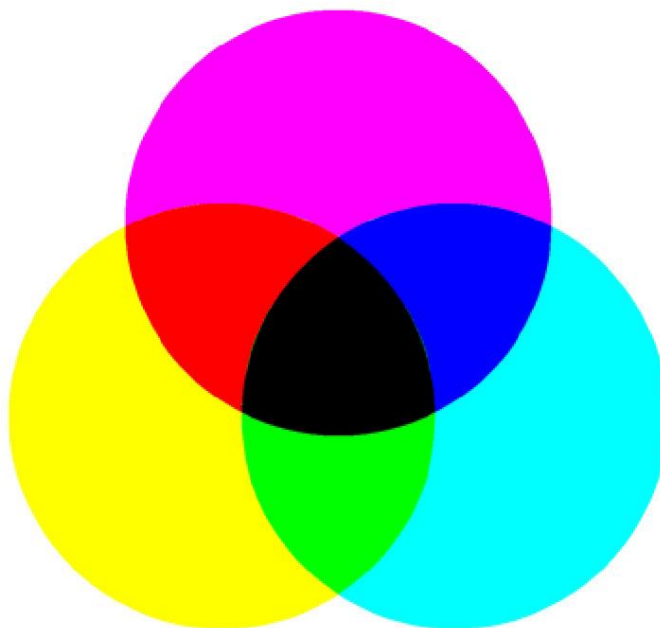
Aditivna sinteza boja je temeljni sustav koji se temelji na trikromatskoj fiziologiji ljudskog oka (Slika 10). To je proces dobivanja novih boja združivanjem (adicijom) svjetlosnih spektara crvene, zelene i plave u različitim udjelima. U kolorimetriji je definiran kao RGB sustav.



Slika 10: Prikaz aditivnog miješanja primarnih boja.

Dakle, aditivna sinteza se zasniva na zbrajanju pojedinih komponenti spektra. Svaka nijansa određene boje može se dobiti miješanjem triju osnovnih primara aditivne sinteze, dok se niti jedna osnovna boja aditivne sinteze (crvena, zelena i plava) ne mogu dobiti miješanjem druge dvije primarne boje. U aditivnoj sintezi nema crne.

Suprotno aditivnom miješanju, gdje dolazi do združivanja određenih dijelova spektra do „bijelog“ svjetla, suptraktivno miješanje nastaje uklanjanjem jedne ili više spektralnih komponenti iz ukupne količine apsorbiranog svjetla do crnog tona boje (Slika 11). Takvim uklanjanjem primara aditivnog sistema miješanja iz ukupnog „bijelog“ spektra nastaju primari suptraktivnog sustava miješaja, a to su: cijan, magenta i žuta.



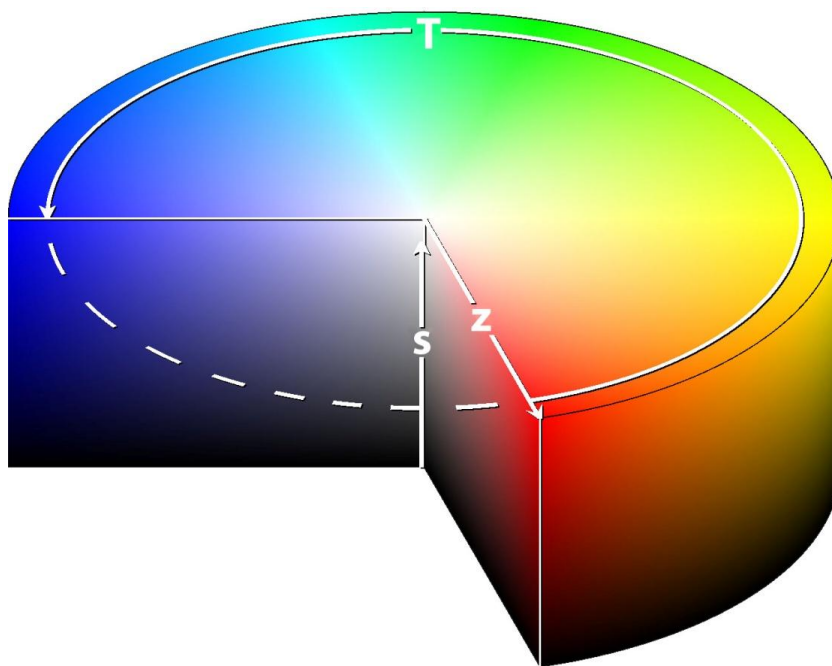
Slika 11: Prikaz suptraktivnog miješanja boja.

Suptraktivni primari se sastoje od boja svjetla komplementarnim aditivnim primarima.

5.3. Psihološki atributi boje

Bojena metrika je znanost koja se bavi određivanjem psihofizičkih parametara za doživljaj boja. Svakom bojenom doživljaju se pridružuju parametri potrebni za njegovo jednoznačnu karakterizaciju. To podrazumijeva točno i precizno vrednovanje boje, njezinu točnu reprodukciju i točno preciziranje razlika u boji.

Boje posjeduju tri dimenzije, odnosno tri psihološka atributa. Prema Davidu Katzu, koji je uveo ocjenjivanje kvalitete boje, to su ton, svjetlina i zasićenost (Slika 12). Svaka boja koju ljudsko oko vidi ujedinjuje te tri dimenzije, od kojih se svaka može mijenjati bez utjecaja na ostale. Boja je, dakle, trodimenzionalno definirana.



Slika 12: Osnovni atributi boje: T-ton, S-svjetlina, Z-zasićenost.

Ton je atribut vizualnog doživljaja i na temelju njega definiramo neku boju kao crvenu, plavu, žutu... Navedene su kromatske boje, često nazivane još i pravim bojama (Slika 13).⁸ Tonovi kromatskih boja raspoređeni su u zatvoreni krug boja od 0° do 360° i predstavljaju beskonačno tonova boja. U kružnom prostoru boje ton svake boje se može

definirati kao radijus kruga. Osim kromatskih, postoje i akromatske boje ili ne-boje u koje spadaju crna, siva i bijela (Slika 14).



Slika 13: Kromatske boje.



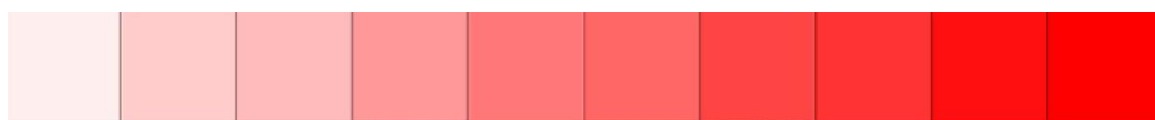
Slika 14: Akromatske boje.

Svjetlina je atribut na osnovi kojeg neka uspoređivana površina emitira (reflektira) više ili manje svjetla u odnosu na neku definiranu površinu. Svjetlina boje opisuje sličnost boje s nizom akromatskih boja od crne preko sive do bijele (Slika 15).



Slika 15: Svjetlina boje.

Zasićenost (kromatičnost) definira karakter boje svjetla ili neke površine u kontrastu s bijelim. Vrijednost zasićenosti ukazuje na udio čiste boje sadržane u ukupnom vizualnom doživljaju boje (Slika 16). Ton i zasićenost su veličine koje predstavljaju kvalitetu boje, dok svjetlina (ili veličine koje se odnose na luminaciju) predstavljaju kvantitetu boje.



Slika 16: Zasićenost boje.

Sve navedene karakteristike opisa boje su perceptualno subjektivne jer ovise o promatraču, uvjetima promatranja, osvjetljenju i sl. Postoje i objektivne, fizikalno mjerljive veličine poput dominantne valne duljine koja odgovara tonu ili luminacije koja odgovara svjetlini, a definira se kao odnos luminanitnog toka, emitiranog po jediničnom prostornom kutu izvora svjetlosti, prema površini. Zasićenju odgovara fizikalna veličina čistoća pobude, odnos luminacije svjetlosti pojedine frekvencije prema luminaciji pomiješane te iste svjetlosti s akromatskom svjetlošću.

5.4. Sustavi uređenosti boja

Sustavom uređenosti boja može se nazvati svaka sistematska metoda kvantitativnog i kvalitativnog klasificiranja boje cjelokupnog spektra boja.⁷ Brojni sustavi uređenosti boje, koji se koriste, mogu se svrstati u pet glavnih skupina baziranih na:

- psihološkim atributima boje
- miješanju boje i pigmenta
- CIE – zakonitostima (objektivni sustavi uređenosti boja)
- za specifična područja u nesimetričnim zbirkama boja
- COLORCUBE.

Intuitivni modeli boja (sustavi temeljeni na psihološkim atributima boja) temelje se na ljudskoj intuiciji o međusobnom odnosu boja. U ovom sustavu boje se sistematiziraju prema tonu, zasićenosti i svjetlini. Najpoznatiji modeli su: Munsellov, NCS, OSA i CHROMA COSMOS 5000. Munsellov sustav boja ili HVC model boja jedan je od prvih intuitivnih modela za prikaz atributa boja i ujedno jedini model za kojeg od dana predstavljanja (1905. godine) do današnjih dana postoji kontinuiranost primjene obojenih uzoraka.

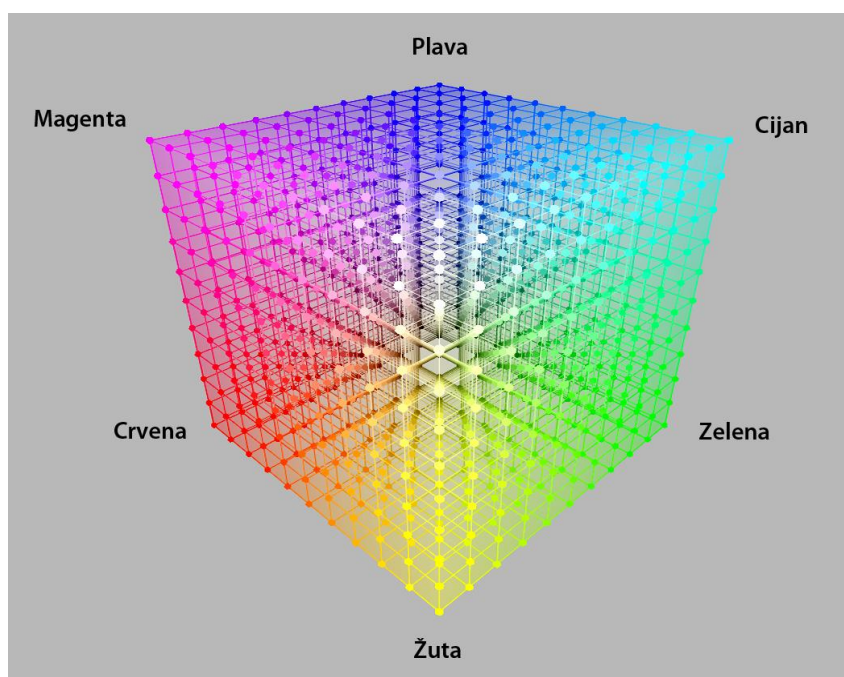
Predstavnici sustava temeljenih na miješanju boje svjetla i pigmenta su Ostwaldov i Pantone - profesionalni sustav. Boja nastala miješanjem svjetla, bojila ili pigmenta rezultat je aditivnog i suptraktivnog miješanja. Sistematskim miješanjem manjeg dijela bojila s

dodatkom crne, bijele ili sive komponente, dobiva se boja za koju se može izračunati udio komponenata.

Sustavi temeljeni na CIE-zakomitostima ili objektivni sustavi uređenosti boja temelje se na teoriji metrike boje i precizno definiraju boju i njezin položaj u trodimenzionalnom prostoru. CIE sustav je utemeljila međunarodna organizacija Commission Internationale de l'Eclairage. Najpoznatiji u skupini objektivnih sustava uređenosti boje su CIE i RAL sustav.

Sustavi za specifična područja u nesimetričnim zbirkama boja se najčešće primjenjuju kod modnih karata i različitih kataloga proizvođača bojila. Tako je za tekstil najpoznatija zbirka SCOTDIC, za arhitekturu Colorid.

COLORCUBE je sustav koji boju prikazuje u trodimenzionalnom prostoru i omogućuje brzu komunikaciju bojom na internetu ili na web-stranicama. Sustav je prikazan 1998. godine i radi brzog vizualnog doživljaja boje u trodimenzionalnom obliku za svaku dimenziju boje najviše se koristi u arhitekturi i modnom dizajnu (Slika 17).



Slika 17: Colorcube, crna boja se nalazi u stražnjem kutu, a bijela u prednjem kutu.

5.5. Simbolika boja

Prethodno je opisano na koji način se definira boja, njezina svojstva i kako čovjek vidi određenu boju.⁹ Osim vizualnog efekta, boje djeluju i na osjećaje čovjeka, općenito na psihičko stanje.

Crvena je boja vatre i krvi pa je povezana s energijom, ratom, opasnošću, snagom, moći i odlučnošću, kao i sa strašću, željom i ljubavi. To je emocionalno vrlo intenzivna boja, ubrzava ljudski metabolizam, povećava ritam disanja i krvni tlak. Zbog svog intenziteta jako je vidljiva zbog čega se koristi u prometnoj signalizaciji (prometni znakovi, semafor) i u vatrogasnoj opremi te općenito za označavanje opasnosti.

Žuta je boja sunca. Povezuje se sa srećom, radošću, intelektom i energijom. Stvara topao efekt, potiče veselje, mentalnu aktivnost i daje osjećaj energičnosti i poleta. Jarko, čisto žuta je boja koja privlači pažnju, u prevelikoj mjeri uznemiruje, pa se koristi u kombinacijama s drugim bojama za prikaz upozorenja (u prometnoj signalizaciji je između crvene i zelene, znakovi za radioaktivna i eksplozivna sredstva su kombinacija žute i crne boje).

Plava je boja neba i mora. Često se povezuje s dubinom i stabilnošću. Simbolizira povjerenje, odanost, mudrost, samopouzdanje, inteligenciju, vjeru i istinu. Smatra se korisnom za um i tijelo jer usporava ljudski metabolizam i stvara smirujući efekt. Suprotno emocionalnim, toplim bojama poput crvene, narančaste i žute, plava se veže uz svijest i intelekt. Snažno je povezana sa smirenjem.

Zelena je boja prirode. Simbolizira rast, harmoniju, svježinu i plodnost. Predstavlja stabilnost i izdržljivost, odmara ljudske oči. Djeluje obnavljajuće, pridonosi samokontroli i usklađenosti. Suprotno crvenoj, zelena predstavlja sigurnost i to je boja slobodnog prolaska u prometu.

5.6. Boje u službi upozorenja

Znakovi upozorenja su veoma bitni u osviještenosti o izlaganju opasnosti i u pomoći kako je zaobići. Boje se često koriste u kombinaciji s riječima zbog privlačenja pozornosti radi upozorenja na određenu opasnost. Tako je boja osnovni izvor podataka u prometnoj signalizaciji diljem svijeta, bilo su službi prometnih znakova, bilo boje semafora.

5.7. Svrha istraživanja

Cilj istraživačkog dijela rada je proučavanje boja, individualni doživljaj boje za čovjeka, simbolika te psihološki atributi boje. Tako je dobiven jasniji uvid o djelovanju boja na čovjeka u smislu zamjećivanja objekata određenih boja te osjećaji, odnosno asocijacije koje pobuđuju, a sve u svrhu saznanja koje boje čovjek najbolje zamjećuje i na koje najizrazitije reagira.

Posebno su izdvojene i promatrane četiri boje (zelena, plava, žuta i crvena) koje su i korištene u praktičnom radu. Zelena je boja odabrana kao boja koja najviše smiruje ljude, daje osjećaj harmonije i sklada. Grafički prikaz optičkog voda zelene boje daje informaciju čovjeku da je sve u redu, nema kvarova. Nakon nje odabrana je plava boja koja se također može svrstati u grupu smirujućih boja, no, malo je izraženija i uočljivija od zelene. Žuta boja prema psihološkom odabiru sadrži veliki stupanj uznemirenosti. Obzirom da se žuta često koristi u prometu, ne kao izravni znak opasnosti, nego kao upozorenje na neki mogući događaj, odabrana je kao predzadnja boja upozorenja. Crvena je najuočljivija i njezina je zadaća upozoriti korisnika na krajnji, kritični stupanj reakcije. To je agresivna boja koja nedvojbeno izaziva pozornost i upozorava na potrebnu trenutnu reakciju.

6. Realizacija

Zbog nemogućnosti kupovanja skupe i u nekim segmentima nepotrebne opreme za nadzor opterećenja optičkih vodova, javlja se potreba za samostalnim sučeljem za praćenje opterećenja vodova. Trenutno postoji pedeset optičkih vodova, no taj broj se može mijenjati, ovisno o potrebi. Iz tog razloga potrebno je izraditi fleksibilno sučelje i sustav u smislu dodavanja ili oduzimanja optičkih vodova, i s grafičkog sučelja i u programskom djelu. Dosad korišten sustav nadzora je zastario i nema mogućnost grafičkog prikaza stanja svakog pojedinog voda, već je potrebno ručno provjeriti svaki pojedini vod da bi se saznalo opterećenje određenog voda u tom trenutku. Takav način provjere rezultira kašnjenjem u praćenju trenutnog stanja opterećenja i reakcija je moguća tek kada se neki vod preoptereći ili prestane raditi. Provjeravaju se svi vodovi radi utvrđivanja kvara tj. preopterećenja i kada se pronade vod koji ne radi, tek tada se problem rješava putem računala ili fizičkom intervencijom.

Upravo zbog navedenih problema krenulo se u realizaciju izrade grafičkog sustava za praćenje opterećenja optičkih vodova. Sustav je izrađen u programskom alatu Adobe Flash koji može grafički prikazati objekte, a ujedno ima i mogućnost pisanja programskog koda ActionScript-a. Prednost ove aplikacije je izvršavanje on-line i moguć pristup u svakom trenutku. Sustav za praćenje je programiran na način da se svakih deset sekundi osvježi, što znači da svakih deset sekundi sam provjerava stanje opterećenja optičkih vodova i grafički prikazuje svaki pojedini vod ovisno o njegovom stanju. Postoje pet grafičkih prikaza stanja optičkog voda koji pokazuju postotak opterećenosti, a razlikuju se po boji i debljini linije. Aplikacija radi on-line i u realnom vremenu prikazuje opterećenja te je potrebna poveznica na bazu podataka s vrijednostima opterećenja optičkih vodova. Povezivanje i uzimanje informacija o opterećenju vrši se preko XML-a (kratica za EXtensible Markup Language).

7. Tehnologije korištene u praktičnom djelu

7.1. Adobe Flash

Adobe Flash (prije nazivan Shockwave Flash te Macromedia Flash) je set multimedijalne tehnologije proizveden i distribuiran od strane Adobe Systems-a, ranije od strane Macromedie.¹⁰ Odmah nakon predstavljanja 1996. godine, Flash tehnologija postaje popularna metoda za stavljanje animacija i interaktivnosti na web stranice. Flash se obično koristi za izradu animacija, reklama, igrica, raznih komponenata na web stranici u koje se može uključiti slika, zvuk i video, te u posljednje vrijeme, za proizvodnju bogatih Internet aplikacija (RIA). Banneri napravljeni u Adobe Flash-u djeluju puno profesionalnije nego u animiranom GIF-u. Velika prednost Flash-a je i korištenje vektorske grafike pa su izlazne datoteke (animacije i slično) bitno manje veličine u kilobajtima od obične bitmap grafike.

Flash datoteke, tradicionalno zvane "Flash movies" ili "Flash games" imaju zapis sa ekstenzijom .swf i mogu biti predmet web stranice jednostavno puštene u samostalnom Flash Player-u.

7.1.1. Adobe Flash Player

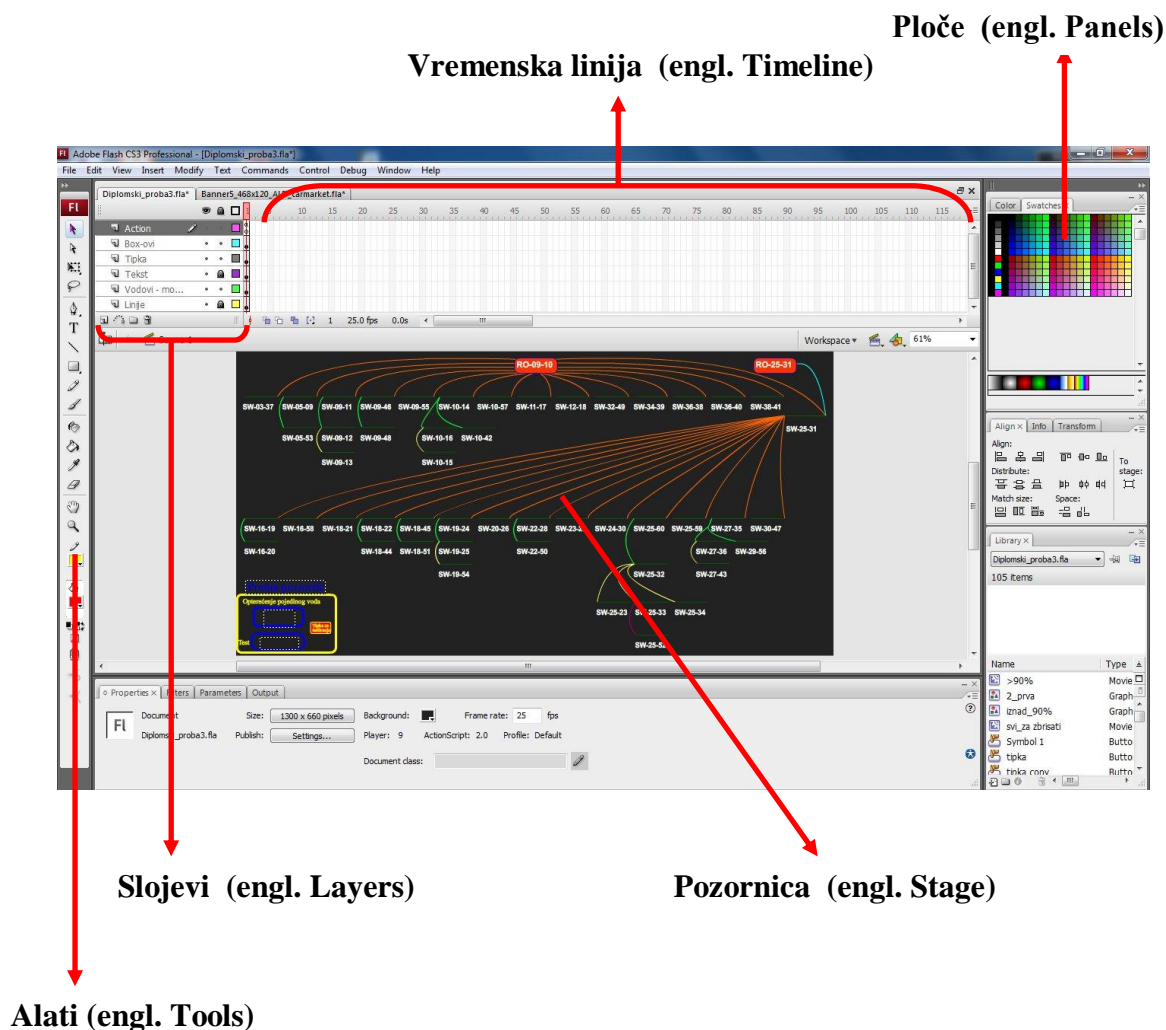
Adobe Flash Player je široko distribuiran multimedijски i aplikacijski player stvoren i distribuiran od strane Macromedia-e. Može se naći u gotovo svim web pretraživačima. Flash Player pokreće SWF datoteke koje su napravljene u Adobe Flash-u, Adobe Flex-u ili u nekim drugim alatima. Njegove značajke su podrška za vektorsku i rastersku grafiku, jezik za skriptiranje (zvan ActionScript) te video i audio streaming. Kao plug-in, Flash Player je dostupan u svim modernim internet preglednicima (Microsoft Internet Explorer, Opera, Mozilla Firefox, Konqueror), a svaka novija verzija plug-in-a je sve kompatibilnija. Flash player-i postoje na različitim platformama i uređajima (Windows, Mac OS 9/X, Solaris, HP-UX, Pocket PC, OS/2, QNX, Symbian, Palm OS, BeOS, i IRIX).

7.1.2. ActionScript – programski jezik u Adobe Flash-u

ActionScript je programski jezik koji omogućava korištenje popularnog programa firme Adobe (prije Macromedia) za kreiranje vrlo interaktivnih multimedijalnih web stranica, prezentacija različitih proizvoda, obrazovnog materijala pa sve do složenih sučelja s odzivom na položaj pokazivača miša, arkadnih igrica i drugo.¹¹ Pruža se mogućnost da izlaska aplikacija iz statičkog „kalupa“, omogućavajući da Flash aplikacija reagira na jedinstven način, zavisno od korisničkog unosa, podataka koji se nalaze u nekoj bazi podataka. Pomoću ActionScripta postiže se određena dinamičnost i interakcija sa korisnikom. Logika ActionScripta slična je logici drugih programskih jezika, posebno jezika JavaScript ili Java.

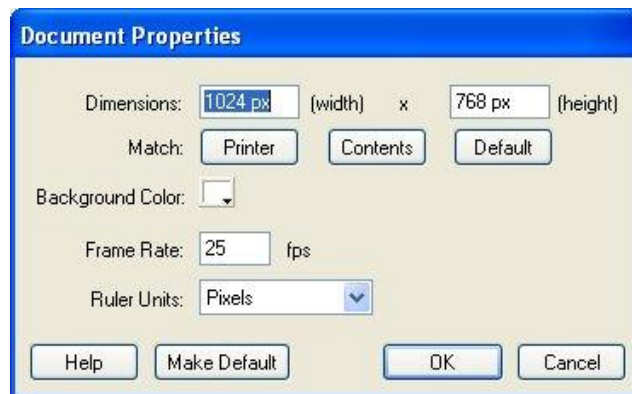
Kao i drugi jezici, ActionScript sadrži mnogo različitih elemenata, poput riječi, interpunkcijskih znakova i struktura, koje se moraju upotrebljavati pravilno da bi se neki Flash program izvršavao na način kako je zamišljeno. Ova cjelokupna struktura još se naziva i sintaksa. Sintaksa je način pisanja programa u određenom programskom jeziku. Različita je u svakom programskom jeziku, ali zajedničko svim programskim jezicima je uslovna logika programa, tj. način razmišljanja. Kada se nauči „programerski“ razmišljati ostaje samo naučiti kako ideju zapisati u određenom programu, a to zapisivanje se naziva sintaksa.

7.1.3. Grafičko sučelje u Adobe Flash-u



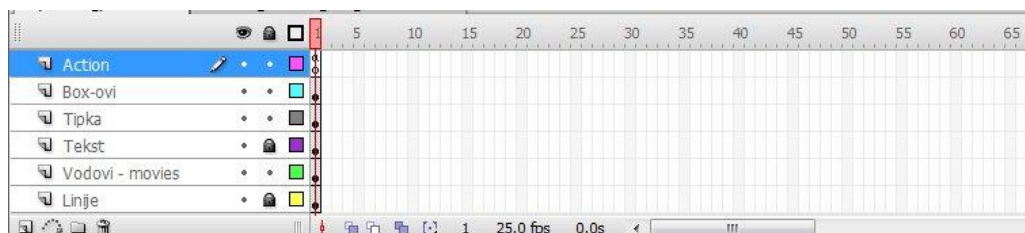
Slika 18: Grafičko sučelje Adobe Flash-a

Pozornica (engl. Stage, Slika 18) je dio ekrana gdje se dodaju objekti koji se žele uvrstiti u neku animaciju. Radno područje oko pozornice može sadržavati objekte, ali u animaciji će biti vidljivi samo objekti koji se nalaze na pozornici. Pozornica se može zamisliti kao neki prozor kroz koji se mogu vidjeti samo oni objekti koji su u tom prozoru, dok one izvan njega nisu vidljivi. Dakle, mogu se uvoditi objekti na scenu i uklanjati s nje, da bi se postigao željeni efekt.



Slika 19: Svojstva dokumenta u Adobe Flash-u

Pozadina pozornice, prikazana na slici 19, je u ovom slučaju bijela, širine 1024, a visine 768 piksela. Brzina je 25 fps-a (frame per second). FPS označava koliko se kadrova (engl. frame) izvršava tj. kroz koliko će kadrova program proći u jednoj sekundi. Optimalna brzina animacije ili nekog projekta koji se izrađuje je 25 fps-a, jer ljudsko oko ne primjećuje nikakvu razliku iznad te vrijednosti (i televizija se prikazuje u 25 fps-a). Ukoliko se poveća broj fps-a u Flashu, određeni projekt u Flash-u se brže kreće, a ako se smanji taj broj na, npr. 10 fps-a, vidi se da slika „zastajkuje“.



Slika 20: Vremenska linija (engl. Timeline)

Na slici 20 je prikazana vremenska linija ili engleski Timeline. Ona služi za kontrolu svih animacija koje su izrađene u Flashu. Vremenska linija spada u najvažnije komponente u Adobe Flashu i omogućava u Flashu izradu raznih objekata u pokretu, animacija, dinamičkih banner-a, itd. Sastoji se od točaka vremenske linije (keyframe) i razmaka između njih (engl. frame) te slojeva (engl. layer).

Sa lijeve strane Timeline-a vidljivi su slojevi (engl. layers), kojima se mogu, kao i u ostalim grafičkim programima, dati imena, stavljati u stanje „nevidljivosti“, zaključavati te dodjeljivati različite boje radi bržeg i boljeg raspoznavanja, ukoliko ih imamo više od jednoga. Za bilo koji veći projekt izrađen u Adobe Flash-u potrebno je i više slojeva. Jasnije objašnjenje pojma sloj dano je sljedećim primjerom. Zadatak je nacrtati neku knjigu i na njoj napisati naslov. Potreban je jedan sloj u koji će se nacrtati knjiga i još jedan u koji će se napisati tekst tj. ime knjige. Ukoliko se na najviše mjesto stavi sloj u kojem je nacrtana knjiga, a ispod njega sloj s tekстом, vidjela bi se samo knjiga, jer će gornji sloj s knjigom prekriti sloj s tekстом. Zato je potrebno paziti na hijerarhiju slojeva i točno znati što se želi napraviti. Ako se na knjigu želi staviti naslov, potrebno je sloj s tekстом premjestiti iznad sloja s knjigom. Ukoliko projekt sadrži više slojeva, treba ih pažljivo razmještati, budući da krivi razmještaj može dovesti do toga da se nešto izrađeno na kraju uopće ne vidi.

Desno od slojeva nalazi se ključni dio Vremenske linije. Prvo se zamjećuju ispunjeni i prazni „kružići“ koji se nazivaju ključni kadrovi (engl. keyframe), te prostor gdje nema „kružića“ koji se naziva kadar (engl. frame). Kadrovi u Flash-u služe za određivanje duljine neke radnje, animacije, odnosno, za određivanje vremena potrebnog nekom objektu da izvrši zadane radnje. Ključni kadrovi služe za odvijanje neke radnje na željenim objektima. Samo na ključnim kadrovima se može neki objekt nacrtati, pomicati, povećavati, smanjivati, bojati... Primjerice, ukoliko se želi nacrtati neki objekt koji se želi animirati tako da se kreće u desnu stranu i to točno jednu sekundu, čini se slijedeće; na početku se na broju 1 na Vremenskoj liniji napravi jedan ključni kadar. Na njemu se nacrtava neki objekt (kvadar, krug, trokut ili bilo koji zamišljeni objekt). Zatim se stavlja na 25. kadar još jedan ključni kadar na kojem se samo objekt koji je nacrtan na prvom ključnom kadru pomiče u desnu stranu. U konačnici postoje dva ključna kadra, jedan na prvom, a drugi na 25. mjestu (kadru), a između tih ključnih kadrova nalaze se kadrovi koji služe samo za popuniti prostor, to jest, da animacija ide točno jednu sekundu u desnu stranu (zadnji ključni kadar stavlja se na 25 zato jer je na početku zadano 25 FPS-a što znači da će se u jednoj sekundi izvršiti 25 kadrova).

Ključni kadrovi se ponašaju poput kadrova u vremenu izvođenja, s razlikom da se samo na ključnim kadrovima može raditi promjena u animaciji, nešto se mijenjati, ubacivati ili dodavati na objektu, dok kadrovi služe samo za balansiranje vremena izvođenja neke animacije.



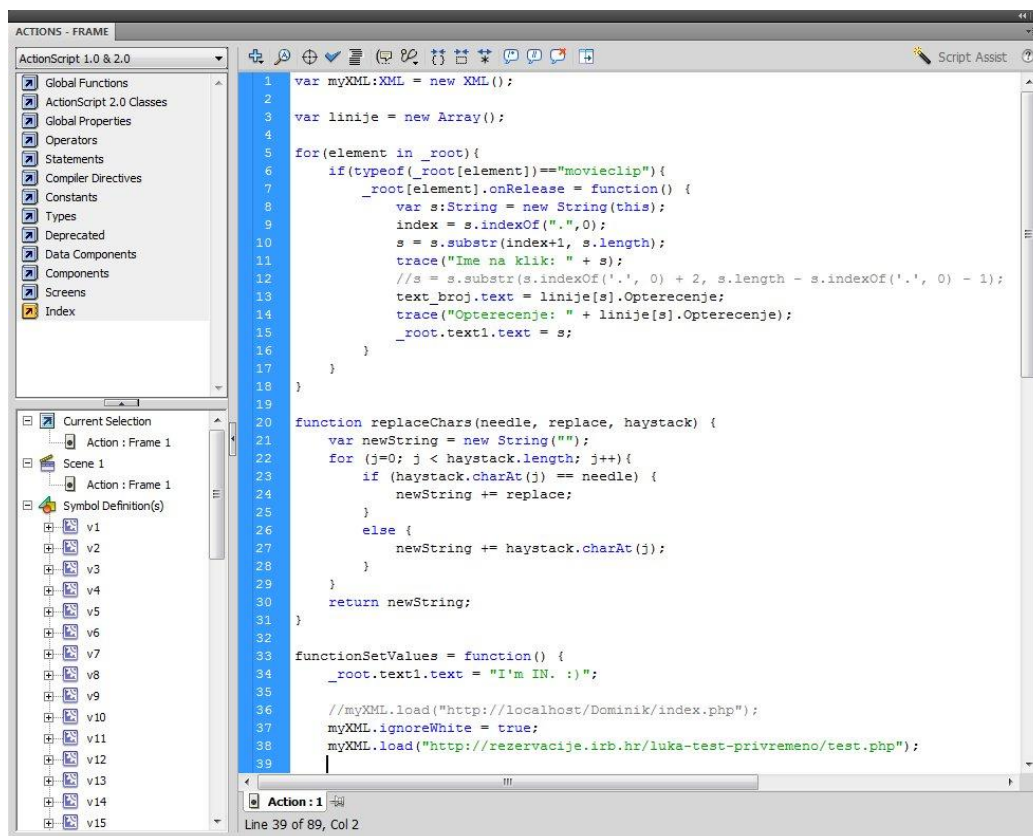
Slika 21: Ploče (engl. Panels).

Ploče (engl. Panels) služe za lakši rad s objektima, tekstom, za odabir boja, za orijentaciju na glavnoj pozornici (engl. Stage-u), za uvid u sve objekte koji su kreirani te mnoge druge stvari... Dio ploča koje se nalaze u Adobe Flashu su prikazane na slici 21.



Slika 22: Alati (engl. Tools).

U izborniku „Tools“ (Slika 22) nalaze se svi potrebni alati za crtanje objekata na pozornici, pisanje teksta te razne daljnje obrade na objektima kao što su zaokretanje, rastezanje, povećavanje, smanjivanje, bojanje, brisanje, selektiranje, crtanje i drugo. Izbornik je jako sličan izbornicima u nekim drugim grafičkim alatima poput Freehand-a, CorelDraw-a, Illustrator-a...



Slika 23: ActionScript.

Adobe Flash, osim što je vektorski program i omogućuje vektorsko crtanje, u sebi sadrži i mogućnost pisanja programskog koda koji se naziva „ActionScript“. Slika 23 prikazuje primjer jednog dijela programa pisanog u ActionScript-u. Programirati se može i na keyframe-u i na objektu kojeg se želi programirati. Action prozor se poziva sa tipkom F9 ili jednostavno klikom na njega u donjem lijevom kutu programa.

7.1.4. Razlika između Button, Movie Clip i Graphic symbol



Slika 24: Pretvorba u simbole.

U Adobe Flashu se svaki novonastali objekt mora konvertirati u neku od ponuđenih karakteristika ili može biti grupa (engl. „Group“). Ukoliko je objekt grupa, nema mogućnost za neku napredniju funkciju u Flash-u.

Postoje tri osnovne karakteristike simbola, vidljive na slici 24; Movie Clip, Button i Graphic symbol. Svaki od njih ima određenu funkciju i koristi se za različite svrhe. Simboli se spremaju u Library (biblioteku). Biblioteka omogućava izvlačenje više kopija istog simbola na scenu. Svaka kopija objekta na sceni naziva se istancem simbola. Kada se promjeni simbol u biblioteci, sve instance na sceni mijenjaju svoj izgled jer su vezane za sliku simbola u biblioteci. Svaki objekt koji se animira mora biti pretvoren u simbol i njegova animacija mora postojati na zasebnom sloju.

Grafički simbol (engl. Graphic symbol) je naziv za neku statičku sliku (objekt) koja se koristi za izradu neke animacije. Bilo koji nacrtani vektor, čisti tekst, importirana fotografija ili kombinacija bilo kojih od tih se može konvertirati u samostalni kontrolirani objekt, a to je grafički objekt tj. simbol. Grafički simbol sadrži samo jedan kadar unutar svoje vremenske linije (engl. Timeline).

Simbol Tipka (engl. Button symbol) se koristi za navigaciju po vremenskoj traci (engl. Timeline). Tipka daje interakciju animaciji i reagira na klik miša, rollover/rollout ili release miša, pritisnutu tipku s tipkovnice te ostale akcije. Mogu se definirati, odnosno

grafički prikazati odgovarajuća stanja tipke (Up/Over/Down/Hit) i tim stanjima dodijeliti akcije prilikom njihovog aktiviranja. Simbol tipke sadrži četiri frame-a unutar svoje vremenske linije. Jedan služi za izgled početne tipke, drugi za izgled tipke prilikom prolaska iznad nje (engl. Over), treći za izgled tipke prilikom pritiska na nju (engl. Down) i četvrti za definiranje područja unutar tipke u kojem će prethodna tri djelovati.

Movie Clip simbol je fleksibilniji od grafičkog simbola. To je simbol sa vlastitom animacijom koja teče neovisno od glavne vremenske linije, obzirom da on ima svoju vlastitu. Može se promatrati i kao dio animacije unutar animacije glavne scene. Najkorisnija stvar u korištenju Movie Clip-a je moguća kontrola iz ActionScripta iz kojega se može mijenjati njegova dimenzija, pozicija, boja, alpha, duplicirati, izbrisati...

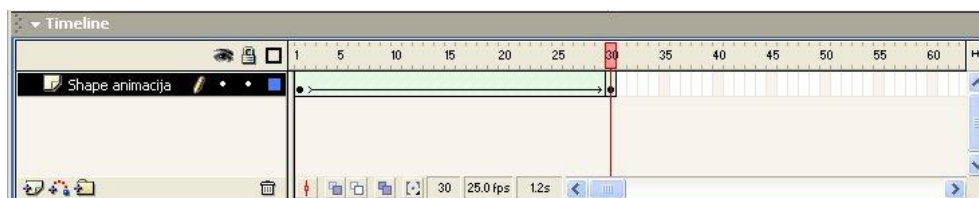
7.1.5. Animacija

Kod izrade animacije potrebno je napraviti niz sličica koje u vremenskom slijedu čine suvisli pokret. Te pojedinačne sličice zovu se kadrovi. Da bi ljudskom oku takva animacija bila prihvatljiva, potrebno je napraviti što više kadrova unutar jedne sekunde, obično 24 do 25. U pravilu se ne rade svi kadrovi, nego samo ključni kadrovi (engl. keyframe), dok se animacije između ključnih kadrova prepuštaju računalu. Ako je zadatak napraviti loptu koja se odbija od površine, tada se naprave samo ključni kadrovi: početna pozicija lopte, krajnja pozicija lopte te trenutak kada lopta udari o površinu, dok će računalo samostalno generirati među-kadrove. Tijek kadrova definira se i prati na vremenskoj liniji na kojoj se može postaviti željeni broj slojeva (engl. layers) u kojima se animiraju pojedini simboli.

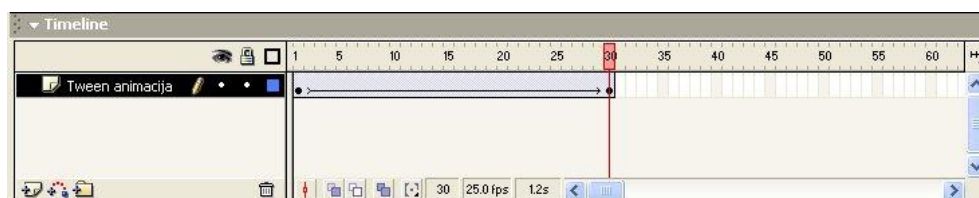
Animacija se stvara mijenjanjem sadržaja svakog sljedećeg kadra animacije (engl. keyframe-a). Može se animirati neki objekt koji, kako teče animacija, mijenja svoj položaj na sceni, povećava ili smanjuje svoju veličinu, rotira, mijenja boju, nestaje ili se pojavljuje, mijenja oblik...

Postoje dva načina animiranja u Flash-u: kadar po kadar animacija ili Shape (Slika 25) i Tween animacija (Slika 26). Kod prvog načina se stvara svaka sličica animacije, dok

se u tween animaciji stvaraju samo početne i završne ključne sličice, a sve sličice između animira računalno. Tween animacija dobar je izbor kada se želi stvoriti pokret ili promjena objekta u nekom vremenu. Shape tween animacija podrazumijeva postepeno mijenjanje jednog oblika u drugi. Kod tween animacija se stvaraju ključni kadrovi (keyframes) samo na važnim mjestima animacije, a sve među-kadrove između njih (inbetween) radi Flash. Flash na vremenskoj liniji prikazuje među-kadrove svijetlo-plavom (motion) ili svijetlo-zelenom (shape) bojom, a kroz njih prolazi strelica što je vidljivo na slikama 25 i 26. Ključni kadrovi na vremenskoj liniji označeni su na sljedeći način; ako u ključnom kadru postoji neki sadržaj, tada je on označen crnom točkom, ako u njemu nema nikakvog sadržaja, označen je praznom točkicom i to predstavlja prazni ključni kadar. Tween animacija minimizira veličinu datoteke, dok kod kadar po kadar animacije (Shape) Flash mora pohraniti sadržaj baš svakog kadra animacije što rezultira većom datotekom.



Slika 25: Shape animacija.



Slika 26: Tween animacija.

7.2. Jezik za označavanje podataka „EXtensible Markup Language“

XML je kratica za EXtensible Markup Language, odnosno, jezik za označavanje podataka.¹² To je zapravo set pravila za pretvaranje dokumenta u oblik koji razumiju ljudi i računalo. Format oznaka u XML-u vrlo je sličan formatu oznaka u, primjerice, HTML jeziku. Danas je XML jezik vrlo raširen i koristi se za različite namjene; odvajanje podataka od prezentacije, razmjenu podataka, pohranu podataka, povećavanje dostupnosti podataka i izradu novih specijaliziranih jezika za označavanje. XML je standardizirani jezik i za njegovu standardizaciju odgovoran je World Wide Web Consortium.

Nakon izlaska, XML je vrlo brzo prihvaćen i smatra se najradikalnijom promjenom u računalstvu od izuma relacijskih baza podataka i SQL-a (Structured Query Language) zbog sljedećih razloga:

1. XML definira otvoreni, fleksibilni standard za opisivanje, pohranjivanje, objavljivanje i razmjenu bilo koje vrste informacija. Poslovni podaci izraženi XML-om oslobođeni su ograničenja privatnih formata i bit će razumljivi zauvijek, dugo nakon što zastare računalni sustavi na kojima su nastali i sustavi za rad s bazama podataka gdje su bili pohranjeni. XML-om se mogu opisati i izraziti najrazličitije vrste podataka. Tako postoje XML standardi dokumenata (DTD – Document Type Definition) za financijske podatke, bibliografiju, genetski kôd...

2. XML je lako razumjeti i naučiti. Informaciju izraženu njime jednako lako “čitaju” ljudi i programi. Ovo je radikalno drugačije od dosadašnjih standarda za opis podataka, koji su bili namijenjeni ili ljudima ili strojnoj obradi. Primjer XML kôda:

```
<cijena>
```

```
  <valuta> KN </valuta>
```

```
  <iznos> 70 </iznos>
```

```
</cijena>
```

U XML-u podaci su označeni “tagovima” koji ih jasno opisuju (u gore navedenom primjeru, iznos i valuta, koji zajedno čine cijenu). Nasuprot tome, u klasičnim bazama podataka podaci su spremljeni kriptično, tako da (bez vanjske dokumentacije, koja nije dio samih podataka) nije moguće utvrditi je li “70” cijena, postotak, ili najveća dopuštena brzina. Podatke izražene u XML-u će bilo koji sudionik otvorenog, dinamičnog okružja kao što je Internet moći ispravno protumačiti bez dodatnih uputa.

3. XML je standard razvijen u WWW Konzorciju (W3C), tijelu koje određuje općeniti smjer razvoja web-a. Za razliku od ranijeg standarda koji je omogućio eksploziju weba i HTML-a, naglasak XML-a je na strukturi i značenju podataka, a ne njihovom prikazu (premda se XML-om može definirati i prikaz podataka i to u više oblika, primjerice, za tisak i web). Konačno, veliki krajnji korisnici računalne tehnologije, kao što su General Motors, DaimlerChrysler, vlade i drugi, izravno sudjeluju u definiranju XML standarda, osiguravajući tako čvrstu vezu sa “stvarnim životom”.

Zahvaljujući sposobnosti da opiše bilo koju vrstu informacije, XML bi mogao postati najvažniji standard weba. Među tehnologijama koje omogućuju novu ekonomiju elektroničkog poslovanja, XML je danas ključan, a to će ostati i kada “e-business” postane nostalgičan pojam iz prošlosti. Slova ispred crtice mijenjaju se munjevitom brzinom: “e-business” postaje “m-business” (mobilno poslovanje), ovaj pak “s-business” (silent, tiho poslovanje što ga računala obavljaju među sobom, bez ljudske intervencije). Ovakve brze promjene dijelom su uzrokovane samim XML-om, obzirom da se nove XML aplikacije najavljuju gotovo na dnevnoj bazi. Prihvatanjem XML-a, tvrtke već danas mogu svoje ogromne investicije u računalnu opremu i programsku podršku pretvoriti u dobro koje će im povećavati produktivnost i dobit tijekom i nakon eksplozije elektroničkog poslovanja. Prema analitičarima tvrtke Gartner Group, tipično veliko poduzeće će potrošiti oko 40 posto svog proračuna za programsku podršku na izradu i prilagodbu programa za razmjenu podataka među njihovim raznovrsnim aplikacijama i bazama podataka (i to samo unutar tvrtke, komuniciranje s poslovnim okruženjem nosi nove troškove).

7.2.1. Povijesni razvoj „EXtensible Markup Language-a“

Ideja jezika za označavanje podataka je uokviriti korisni sadržaj odgovarajućim oznakama.¹³ Oznake moraju biti jednostavno čitljive te razumljive čovjeku koji ih gleda u bilo kojem programu za uređivanje teksta, a i računalni programi koji obrađuju taj sadržaj trebaju moći na jednostavan način izvući određene podatke.

7.2.1.1. Jezik za označavanje podataka „Generalized Markup Language“

Šezdesetih godina 20. stoljeća IBM je imao velik problem s ogromnom količinom različite tehničke dokumentacije, koja se za svaku posebnu namjenu morala prepisivati i nanovo uređivati, za što je trošena ogromna količina ljudskih resursa. Kao rješenje, napravljen je prvi šire korišteni jezik za označavanje podataka. Korisni sadržaj uokvirio bi se određenim oznakama za opisivanje, te su se zatim za određene namjene jednostavno povlačili sadržaji određenog tipa. GML oznake opisivale su određene dijelove dokumenta poput poglavlja, važnih poglavlja, manje važnih poglavlja, listova, tablica... Korištenjem GML-a iz istog sadržaja mogla se dobiti ispisana različita tehnička i korisnička dokumentacija.

7.2.1.2. Standardni jezik za označavanje podataka „Standard Generalized Markup Language“

GML se pokazao kao uspješan, pa se ideja dalje razvijala. Osamdesetih godina 20. stoljeća American National Standards Institute (ANSI) razvija standard jezika za označavanje podataka. Zahtjevi kojima se pokušalo zadovoljiti bili su: da nastali proizvod bude dovoljno formaliziran da može jamčiti vjernost dokumenta izvorniku, dovoljno strukturiran da se može nositi s kompleksnim dokumentima i dovoljno otvoren da može podržati rukovanje velikim količinama podataka. Nastali jezik nazvan je Standard Generalized Markup Language (SGML) i 1986. godine objavljen je kao međunarodna norma ISO 8879. Problem SGML-a je bila veličina. Autori su pokušali pokriti svaku moguću primjenu jezika i nastali proizvod je bio opširan, složen za korištenje te zbog toga

skup u upotrebi. Zato SGML nije bio jako raširen u praksi i korisnici SGML-a bile su uglavnom velike kompanije, državne službe i znanstvene institucije.

7.2.1.3. Standard „HyperText Markup Language“

HTML je nastao kada je Tim Berners Lee izabrao jedan mali skup oznaka iz SGML skupa koji je korišten na CERN-u (Conseil European pour la Recherche Nucleaire) i primijenio ih na formatiranje dokumenata. HTML je imao mali skup oznaka koje su opisivale osnovne dijelove dokumenta. Programi koji su tumačili strukturu takvih dokumenata bili su HTML preglednici.

7.2.1.4. Jezik za označavanje podataka „Extensible Markup Language“

Problem HTML-a je mali skup zadanih oznaka. Kada se želi proširiti s novim oznakama, potrebno je mijenjati standard što ga čini nepraktičnim. Osim toga, iako je HTML izvorno zamišljen kao jezik za opisivanje sadržaja, zbog potreba i želja tržišta te razvoja pregledničkih tehnologija (naročito za vremena "pregledničkog rata" između Microsofta i Netscapea), proširivan je nestandardnim oznakama koje su prvenstveno služile za formatiranje sadržaja u smislu njegovog prikaza u internet pregledniku. Za opisivanje sadržaja SGML je bolji izbor od HTML-a, ali ima veliki nedostatak; prevelik je za korištenje i izvršavanje unutar internet preglednika. Zbog toga je trebalo kreirati jezik koji će biti dovoljno malen i jednostavan da se može izvršavati unutar internet preglednika, a opet dovoljno prilagodljiv da se može proširivati korisničkim oznakama. Izradu specifikacije takvog jezika prihvatio se početkom devedesetih godina 20. stoljeća World Wide Web Consortium (poznatiji kao W3C). Željeli su razviti jezik koji će objediniti jednostavnost HTML-a i izražajnu snagu SGML-a. Na početku su odredili 10 ciljeva kojih su se u razvoju trudili pridržavati:

1. XML mora biti izravno primjenjiv preko interneta.
2. XML mora podržavati širok spektar primjena.
3. XML mora biti kompatibilan s SGML-om.
4. Mora biti lako pisati programe koji procesiraju (parsiraju) XML dokumente.

5. Broj opcionalnih "feature-a" u XML-u mora biti apsolutno minimalan, u idealnom slučaju jednak nuli.
6. XML dokumenti moraju biti čitljivi ljudima, te u razumnoj mjeri jednostavni.
7. Standard mora biti specificiran što prije.
8. Dizajn XML-a mora biti formalan i precizan.
9. Kreiranje XML dokumenata mora biti jednostavno.
10. Sažetost kod označavanja dokumenta XML-om je od minimalnog značaja.

World Wide Web Consortium je 10. veljače 1998. objavio prvu verziju XML preporuke.

7.2.2. Prednosti i nedostaci „EXtensible Markup Language-a“

7.2.2.1. Prednosti

XML je jednostavno čitljiv i računalu i čovjeku u običnom tekstualnom editoru. Čitljiv je na svakoj platformi koja može čitati tekstualne podatke i to ga čini neosjetljivim na tehnološke promjene. Podržava Unicode (standard za razmjenu podataka usmjeren na prikaz slova na način neovisan o jeziku) i omogućuje prikaz teksta na svim danas poznatim jezicima. Format je samodokumentirajući, što znači da oznake opisuju sadržaj koji se nalazi unutar njih. XML ima stroga sintakсна pravila i zbog toga je jednostavno kontrolirati ispravnost nastalog dokumenta. To je međunarodno prihvaćen standard i njegova hijerarhijska struktura je pogodna za opisivanje mnogih sadržaja. XML je kompatibilan sa SGML-om koji se koristi od osamdesetih godina 20. stoljeća. Kada je XML standard objavljen već je postojala određena baza korisnika koji nisu gotovo ništa morali učiti o novom jeziku niti kreirati nove programe već su ga jednostavno usvojili.

7.2.2.2. Nedostaci

Sintaksa XML-a je redundantna i opširna što može zamarati i zbunjivati osobu koja čita XML dokument. Redundancija i velika količina podataka stvaraju velike zahtjeve za propusnost mreže (u današnje vrijeme taj problem se smanjuje velikom brzinom).

Računalni programi koji obrađuju dokument su veoma složeni jer moraju obraditi veliku količinu XML podataka i to ih djelomično usporava. Nedostatak formalno propisanih formata za podatke može stvarati probleme ako ih sudionici u razmjeni nisu dobro opisali (primjerice, da li se decimalni brojevi prikazuju s decimalnom točkom ili zareзом). Pohrana XML podataka u relacijske baze podataka nije prirodan način i to dovodi do smanjenja performansi sustava koji koriste takav način pohrane, budući da su XML baze podataka razvijene za pohranu XML podataka još u fazi razvoja.

7.2.3. Verzije „EXtensible Markup Language-a“

Postoje dvije verzije XML-a. Prva, XML 1.0, inicijalno je kreirana 1998. godine. Do danas je imala nekoliko manjih revizija. Široko je prihvaćena, i još danas se preporučuje za korištenje. Verzija XML 1.0 bazira se na filozofiji da je zabranjeno sve što nije dozvoljeno. S razvojem drugih standarda na koje se oslanja (prvenstveno Unicode koji je u međuvremenu s verzije 2.0 došao do verzije 4.0) dolazilo je do određenih problema, posebice na velikim sustavima (IBM mainframe), jer se nisu mogli koristiti znakovi koji u vrijeme definiranja standarda nisu postojali.

Druga verzija XML 1.1 inicijalno je objavljena 2004. godine i ima svojstva koja olakšavaju rad programima na velikim računalima. Njezin pristup je da je dozvoljeno sve što nije zabranjeno. Na takav način omogućuje se korištenje svih budućih Unicode znakova koji će se bilo kada u budućnosti definirati.

Zbog svoje raširenosti uglavnom se još uvijek koristi verzija XML 1.0 jer je zadovoljavajuća za većinu korisnika. Korisnici na velikim računalnim serverima koji imaju problema s ograničenjima verzije XML 1.0 uglavnom su prešli na korištenje verzije XML 1.1.

7.3. Internet

Internet je globalna mreža međusobno povezanih sveučilišnih, poslovnih, vojnih i znanstvenih računalnih mreža.¹⁴ Sastoji se od mnoštva lokalnih, regionalnih i globalnih mreža računala, međusobno povezanih raznim sredstvima; od običnih telefonskih linija do optičkih kabela, radijskih i satelitskih veza.

Internet je i novi medij za publiciranje u kojem svaki pojedinac i organizacija može drugima staviti na raspolaganje svoje informacije, koje tako dobivaju globalni doseg. Internet je "globalni informacijski sustav, logički povezan pomoću jedinstvenog adresnog prostora temeljenog na IP protokolu, koji podržava komunikacije korištenjem TCP/IP protokola te omogućuje servise visoke razine na toj komunikacijskoj infrastrukturi".

7.3.1. Primjena Interneta

Iako je u početku Internet bio namijenjen samo u vojne, znanstvene i poslovne svrhe, danas je Internet postao najveći svjetski medij za razmjenu informacija, poslovanje, oglašavanje, komunikaciju, zabavu i još mnogo drugih primjena.

Razvija se velikom brzinom pa ni najveći računalni stručnjaci ne mogu predvidjeti njegove buduće primjene, a ni općenito smjernice njegova razvoja. Danas su razvijene ogromne baze podataka koje su postavljene na Internetu i vjeruje se da Internet sadrži cjelokupno znanje čovječanstva, što je vjerojatno blizu istine. Vrlo je malo stvari koje se ne mogu naći na Internetu. Internet kao informacijski medij je daleko najveći i najopsežniji u svijetu i još k tome i velikom većinom neovisan od cenzure nekih organizacija. Trenutno je najbrži i najpouzdaniji medij (više se ne postavlja pitanje da li neka informacija postoji na Internetu, nego gdje ju je moguće pronaći.)

Multimedijalni sadržaji na Internetu su sve brojniji i sve lakše dostupni zbog razvoja mreže i računalne tehnologije koja postaje sve brža i jeftinija.

Osim velikog broja stranica koje možemo pregledavati, Internet nudi mogućnost dopisivanja s ljudima pomoću elektronske pošte (E-mail), diskutiranje s ljudima u news grupama, razmjenu datoteka i programa pomoću FTP (File Transfer Protokol). Daje i mogućnost razgovora s ljudima pomoću Chatova, IRC-a i slično, nudi katalošku prodaju proizvoda putem WWW, e-commerce ili e- poslovanje. Povezuje poduzeća sa drugim poduzećima pomoću EDI (Electronic Data Interchange) standarda. Stvara se novi model marketinških komunikacija u prodaji koji se temelji na modelu jedan prema jedan; poduzeće šalje poruke jednom kupcu preko multimedijalnih komunikacijskih kanala kao što je Web.

7.3.2. Princip rada Interneta

Internet se temelji na osnovnoj mreži velikog kapaciteta. Usmjerivači su računala koja povezuju pojedinačne mreže vezane na Internet s temeljnom mrežom. Mreže obuhvaćaju niz radnih računala i mogu biti lokalne i raširene. Usmjerivači rade isto što i poštanski centri u koje stižu pošiljke, tj. usmjeruju pakete do njihovog odredišta. Na usmjerivače se nadovezuju računala koja reguliraju pravila odvijanja prometa, tj. pretvaraju protokole raznih računalnih mreža u Internet protokol i obrnuto.

7.3.2.1. „Internet protocol“ i „Transmission Control Protocol“

Razlikujemo IP i TCP protokol. IP (Internet Protocol) dodjeljuje porukama adrese. TCP protokol (Transmission Control Protocol) dijeli poruke u pakete. Internet je paketski usmjerena mreža što znači da podaci putuju mrežom podijeljeni u pakete. Svaki paket sadrži podatke o tome odakle je krenuo i gdje mu je odredište. Zato svaki paket preuzima adrese pošiljatelja i primatelja s poruke iz koje je nastao, a pri tome dobiva i redni broj paketa iz te poruke. Paketi putuju dalje u računala (poslužitelje mreža), koji sadrže razne aplikacije, baze podataka i komunikacijski software za pojedinačne mreže.

Ukoliko bi se pojavile greške u paketima, tj. promjene vrijednosti jednog ili više bitova paketa, Internet uočava pogrešku i traži ponovno slanje samo onih paketa koji su neispravni. Na odredištu se paketi svrstavaju po redoslijedu pripadnosti paketu i tako se

lako ponovo organizira cijela poruka. Kod Interneta se za prijenos poruka koriste telefonske i satelitske linije te optički kabeli.

7.3.2.2. Sustav adresiranja „Uniform Resource Locator“

Uniform Resource Locator (URL) je sustav adresiranja koji se koristi u WWW browserima. Pomoću URL-a može se pozvati svaki dostupan dokument ne samo na Webu već i općenito na Internetu. Adrese mrežnih računala omogućuju pristup mrežnim računalima: URL se sastoji od: naziva protokola, adrese računala na kojem je informacija i imena datoteke. Primjer: <http://www.grf.hr/index.php>

U gore navedenom primjeru „http“ je protokol, „//“ je dogovoreni znak koji razdvaja naziv protokola od ostalog dijela adrese, „www“ je oznaka web stranice, „grf“ je logičko ime računala na kojem se nalaze stranice i „hr“ je vršna oznaka domene (hr - Hrvatska, at – Austrija...) „index.php“ je ime datoteke.

7.3.2.3. Svjetska mreža „World Wide Web“

World Wide Web se može prevesti kao „svjetska mreža“ (u engleskom riječ web ima značenje razgranate i isprepletene mreže poput paučine). Jedna je od najkorištenijih usluga Interneta koja omogućava dohvaćanje hipertekstualnih dokumenata. Dokumenti mogu sadržavati tekst, slike i multimedijalne sadržaje, a međusobno su povezani hiperlinkovima. Za dohvaćanje i prikaz sadržaja koriste se računalni programi koji se nazivaju web-preglednici. Web je postao popularan pri svom pojavljivanju 1993. godine, jer je omogućio pregledavanje slika i ostalih multimedijalnih sadržaja na relativno jednostavan način. Zbog vizualnog koncepta sučelja, Web je postao mjesto na kojemu je moguće relativno brzo i efikasno pronaći željene informacije.

U početku su se web stranice temeljile samo na HTML standardu, no kasniji razvoj doveo je do uvođenja novih formata i standarda. Web stranice postale su vizualno bogatije, interaktivne, te im se mogućnost prikaza podataka povećala.

8. Postignuće

Praktični cilj rada je napraviti sučelje za prikaz stupnja opterećenosti optičkih vodova. Nakon istraživanja građe i principa rada optičkih vodova, odlučeno je da optički vod izgledom bude sličan pravom, koji se sastoji od jezgre, omotača, drugog omotača te zaštitnog omotača. Broj slojeva je ujedno pokazivao na različite stupnjeve opterećenja optičkog voda. U istraživanju su proučavane boje i njihovog utjecaja na ljude te su odabrane četiri osnovne boje koje će se koristiti na grafičkom sučelju. Boje su se birale od najmanje uznemirujuće do najviše uznemirujuće, redoslijedom zelena, plava, žuta i crvena. Dogovoreno je da se opterećenje optičkog voda prikazuje s pet različitih stupnjeva, koji će se mijenjati ovisno o postotku opterećenja. Tako će simbol optičkog voda biti najtanji i zelene boje u stupnju opterećenosti od 0 – 25 %, od 25 – 50 % je drugi stupanj opterećenosti što znači da vod ima dva sloja, deblji je i plave boje. Žuta boja označava opterećenost od 50 – 75 %, vod je uočljiviji i deblji za još jedan sloj. Optički vod koji prelazi granicu od 75 % pa do 90 % prikazan je crvene boje i najdeblji je od svih pošto je sastavljen od četiri sloja. Takav vod možda je samo privremeno opterećen u tim granicama te slijedi njegovo rasterećenje, ali ukoliko njegovo opterećenje i dalje raste i prelazi granicu od 90 %, na crvenom optičkom vodu pojavljuje se animirani žuti trokut sa uskličnikom u sredini koji ima značenje krajnjeg upozorenja te upućuje da dotični vod treba provjeriti i ukloniti grešku ukoliko je do nje došlo.

Kada je osmišljen i realiziran optički vod sa svim mogućim stupnjevima, krenulo se u izradu sučelja s prikazom pedesetak vodova. Vodovi trebaju biti lako uočljivi i ime svakog pojedinog voda treba biti jasno čitljivo. Prikaz vodova mora biti fleksibilno izrađen u smislu da grafičko sučelje ne ovisi o programskom djelu i da se lako mogu dodavati i oduzimati optički vodovi. Najzahtjevniji dio je programski dio pisan u Adobe Flash-u, u kojem se je potrebno povezati pomoću XML tehnologije s podacima o stanju optičkih vodova na udaljenom računalu. Aplikacija radi on-line, a uzimanje podataka tj. osvježavanje aplikacije se vrši svakih desetak sekundi.

8.1. Dizajn optičkog voda

Kada je optički vod minimalno opterećen što znači da je u granicama od 0 – 25 %, na grafičkom sučelju prikazan je kao tanka zelena linija koja ima preneseno značenje da se kroz vod prenosi samo mala količina podataka (Slika 27).



Slika 27: Grafički prikaz optičkog voda opterećenog od 0 – 25 %.

Prelaskom granice opterećenosti od 25 % do 50 % optički vod se nalazi u drugom stupnju opterećenosti čime dobiva drugi, deblji sloj plave boje. Ovaj stupanj opterećenosti nije još zabrinjavajući i spada u normalnu granicu protoka informacija kroz optički vod (Slika 28).



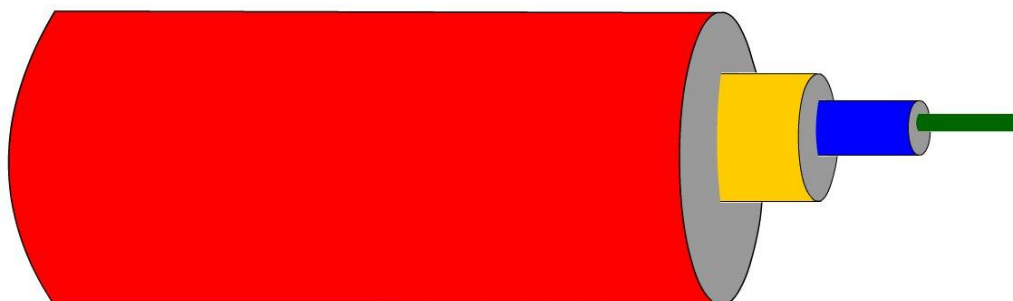
Slika 28: Grafički prikaz optičkog voda opterećenog od 25 – 50 %.

Treći stupanj opterećenosti u granicama je od 50 – 75 %, žute je boje, što je ujedno i indikator za veću opreznost od prethodna dva stupnja. Optički vod prelazi granicu od 50 % svoje propusnosti što ukazuje na dovoljno veliku količinu podataka za dodatan oprez (Slika 29).



Slika 29: Grafički prikaz optičkog voda opterećenog od 50 – 75 %.

Crvena boja je uznemirujuća boja i označava alarmantno stanje na optičkom vodu. Količina podataka opteretila je vod u granicama od 75 – 90 % što govori da je potrebno nadzirati vod jer bi moglo doći do njegovog preopterećenja (Slika 30).



Slika 30: Grafički prikaz optičkog voda opterećenog od 75 – 90 %.

Najviši stupanj opterećenosti optičkog voda, od 90 – 100 %, upozorenje je da se optički vod nalazi u kritičnom stanju te je potrebno reagirati ukoliko ne dolazi do rasterećenja. Optički vod je i dalje crvene, najviše uznemirujuće boje, s dodatkom žutog animiranog trokuta unutar kojeg se nalazi uskličnik koji poboljšava uočljivost najkritičnijeg voda (Slika 31). Kod tog stupnja opterećenosti najčešće dolazi do neke programske greške, ali može značiti da je došlo i do nekog fizičkog kvara kojeg treba u što kraćem roku ukloniti.



Slika 31: Grafički prikaz optičkog voda opterećenog od 90 – 100 %.

8.2. Usporedba sustava nadzora optičkih vodova

8.2.1. Sustav za nadzor korišten do sada

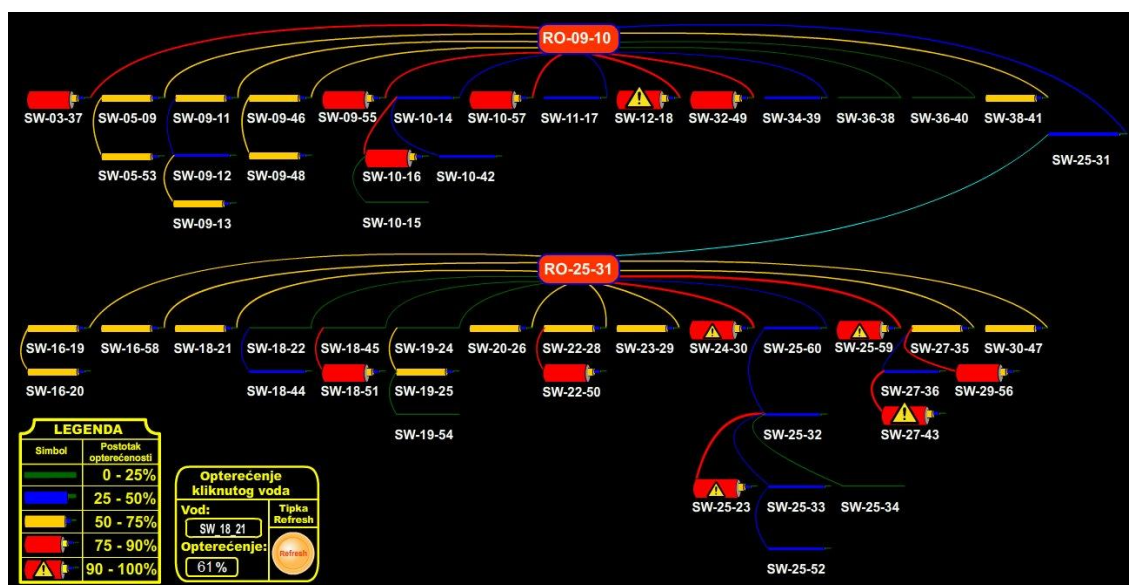
Sustav koji se dosad koristio za nadzor optičkih vodova je zastario, stanje se ne može provjeravati on-line i nema mogućnost grafičkog prikaza. Osim toga, nemoguće je odjednom provjeriti stanje svih pedeset optičkih vodova, već je potrebno provjeravati jedan po jedan (Slika 32). To uvelike usporava reakciju prilikom nekog kvara ili greške jer se gubi vrijeme na pronalazak optičkog voda koji je preopterećen. Prednost starog sustava je što ne ispisuje samo opterećenje o odabranom optičkom vodu već ispisuje mnogo više parametara koji mogu biti korisni u otklanjanju nekog kvara.

```
SW-03-37#sh processes cpu
CPU utilization for five seconds: 4%/0%; one minute: 3%; five minutes: 3%
PID Runtime(ms) Invoked uSecs 5Sec 1Min 5Min TTY Process
1 0 1 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 Chunk Manager
2 1676 675734 2 0.00% 0.00% 0.00% 0 Load Meter
3 72 22 3272 0.00% 0.00% 0.00% 0 SpanTree Helper
4 1213420 349887 3468 0.00% 0.02% 0.00% 0 Check heaps
5 36404 30847 1180 0.00% 0.00% 0.00% 0 Pool Manager
6 0 2 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 Timers
7 336 4 84000 0.00% 0.00% 0.00% 0 Entity MIB API
8 23784 675660 35 0.00% 0.00% 0.00% 0 HC Counter Timer
9 172564 553578 311 0.00% 0.01% 0.00% 0 ARP Input
10 41680 124189 335 0.00% 0.00% 0.00% 0 Net Input
11 0 1 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 Critical Bkgnd
12 184764 488700 378 0.00% 0.00% 0.00% 0 Net Background
13 12 40 300 0.00% 0.00% 0.00% 0 Logger
14 52176 3377385 15 0.00% 0.00% 0.00% 0 TTY Background
15 69916 3377396 20 0.00% 0.00% 0.00% 0 Per-Second Jobs
16 201000 677180 296 0.00% 0.00% 0.00% 0 Compute load avg
17 484416 56305 8603 0.00% 0.00% 0.00% 0 Per-minute Jobs
18 0 4 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 AggMgr Process
19 0 2 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 Calhoun Storm Co
20 21216480 8357802 253 0.81% 0.59% 0.58% 0 Calhoun LED Proc
21 26971228 6701137 4024 0.73% 0.79% 0.80% 0 Calhoun Statisti
PID Runtime(ms) Invoked uSecs 5Sec 1Min 5Min TTY Process
22 132848 16849427 7 0.00% 0.00% 0.00% 0 HMATM Learn proc
23 256548 49436185 5 0.00% 0.00% 0.00% 0 CalhounPM
24 386024 16880197 22 0.00% 0.00% 0.00% 0 Link Status Proc
25 0 1 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 CalhounInsipoptl
26 191280 880893 217 0.00% 0.00% 0.00% 0 Calhoun DHCP Sno
27 275668 397980 693 0.00% 0.00% 0.00% 0 CDP Protocol
28 330880 904901 365 0.00% 0.00% 0.00% 0 DHCP Snooping
29 1186892 3702379 320 0.16% 0.07% 0.02% 0 IP Input
30 157564 113391 1309 0.00% 0.00% 0.00% 0 DTP Protocol
31 22580 337833 66 0.00% 0.00% 0.00% 0 Ethchnl
32 651608 1698751 383 0.00% 0.00% 0.00% 0 VLAN Manager
33 0 2 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 PI MATM Aging Pr
34 88 72 1222 0.00% 0.00% 0.00% 0 VMATM Callback
35 27350048 25679299 1065 0.24% 0.43% 0.43% 0 Spanning Tree
36 10456 3378804 3 0.00% 0.00% 0.00% 0 UDLD
37 700 56314 12 0.00% 0.00% 0.00% 0 Port-Security
38 24 13 1846 0.00% 0.00% 0.00% 0 DHCPD Receive
39 4 1 4000 0.00% 0.00% 0.00% 0 HTTP Timer
40 0 1 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 RARP Input
41 54352 567729 95 0.00% 0.00% 0.00% 0 TCP Timer
42 2968 944 3144 0.00% 0.00% 0.00% 0 TCP Protocols
43 0 1 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 Socket Timers
44 90232 4232 21321 0.00% 0.00% 0.00% 0 L2MM
45 1959948 2550044 768 0.16% 0.02% 0.02% 0 MRD
46 959580 2940654 326 0.00% 0.03% 0.01% 0 IGMPSN
47 37376 56319 663 0.00% 0.00% 0.00% 0 IGMP Snooping Pr
48 3156136 5633062 560 0.00% 0.09% 0.07% 0 IGMP Snooping Re
49 5585532 10938547 510 0.08% 0.12% 0.13% 0 IP Multicast Dat
50 0 2 0 0.00% 0.00% 0.00% 0 L2TRACE SERVER
51 688 42237 16 0.00% 0.00% 0.00% 0 Cluster L2
52 12400 337832 36 0.00% 0.00% 0.00% 0 Cluster RARP
53 11284 422430 26 0.00% 0.00% 0.00% 0 Cluster Base
54 212 106 2000 0.00% 0.19% 0.04% 1 Virtual Exec
```

Slika 32: Provjera stanja optičkog voda.

8.2.2. Grafičko sučelje za prikaz stanja u optičkim vodovima

Na grafičkom sučelju prikazuje se opterećenje svakog od pedeset optičkih vodova u realnom vremenu. Osim vodova koji stoje pojedinačno, svaki za sebe, ima vodova koji se granaju, što znači da su sastavljeni u neku vrstu mreže koju se također prikazuje na sučelju. Izgled grafičkog sučelja sa opterećenjima optičkih vodova prikazan je na slici 33.



Slika 33: Grafičko sučelje za prikaz stanja u optičkim vodovima.

Vodovi su smješteni na crnoj pozadini, a ispod svakog voda ispisan je njegov naziv. Naziv za svaki vod je jednoznačan i iz njega se može saznati na kojem mjestu se nalazi i pod kojim brojem. Simboli koji imaju naziv „RO-09-10“ i „RO-25-31“ označavaju uređaje iz kojih kreću vodovi. Tanke linije kojima su povezani optički vodovi služe za lakše predočavanje koji vod pripada kojem uređaju. Osim toga, linije označavaju i grananja optičkih vodova, koje se razlikuju ovisno o stupnju grananja. Primjerice, optički vod naziva „SW-25-60“ nalazi se na glavnoj, prvoj razini. Iz njega se grana vod naziva „SW-25-32“ koji je povezan zelenom linijom i koji se nalazi na drugoj razini. Vod „SW-25-32“ grana se na još tri voda naziva „SW-25-23“, „SW-25-33“ i „SW-25-34“ koji se nalaze na trećoj razini i povezani su sa žutim linijama. Na trećoj razini, vod „SW-25-33“ grana se na

četrstu razinu, na kojoj se nalazi vod „SW-25-52“ i koji je povezan sa ljubičastom linijom. Boje linija kojima su povezani vodovi po razinama služe za lakše uočavanje na kojoj razini se nalazi određeni vod.

U donjem lijevom kutu nalazi se „Legenda“ i „Opterećenje kliknutog voda“ (Slika 34). Legenda je potrebna zbog razumijevanja simbola na grafičkom prikazu. Na njoj su prikazani i objašnjeni grafički simboli za prikaz opterećenja od 0 – 100 %. Prozorčić pokraj legende naziva „Opterećenje kliknutog voda“ pokazuje koji je vod označen mišem i njegova točna opterećenost. Simboli pokazuju samo u kojim granicama je vod opterećen, dok se klikom miša na željeni vod ispisuje točan postotak opterećenosti. U istom prozoru sa desne strane nalazi se tipka „Refresh“. Pošto je aplikacija programirana da se svakih desetak sekundi osvježava i uzima nove podatke, pritiskom na tipku „Refresh“ moguće je dobiti nove podatke u bilo koje vrijeme, neovisno o programiranih deset sekundi. Svakim pritiskom na tipku, podaci se trenutno uzimaju i prikazuju na grafičkom sučelju.



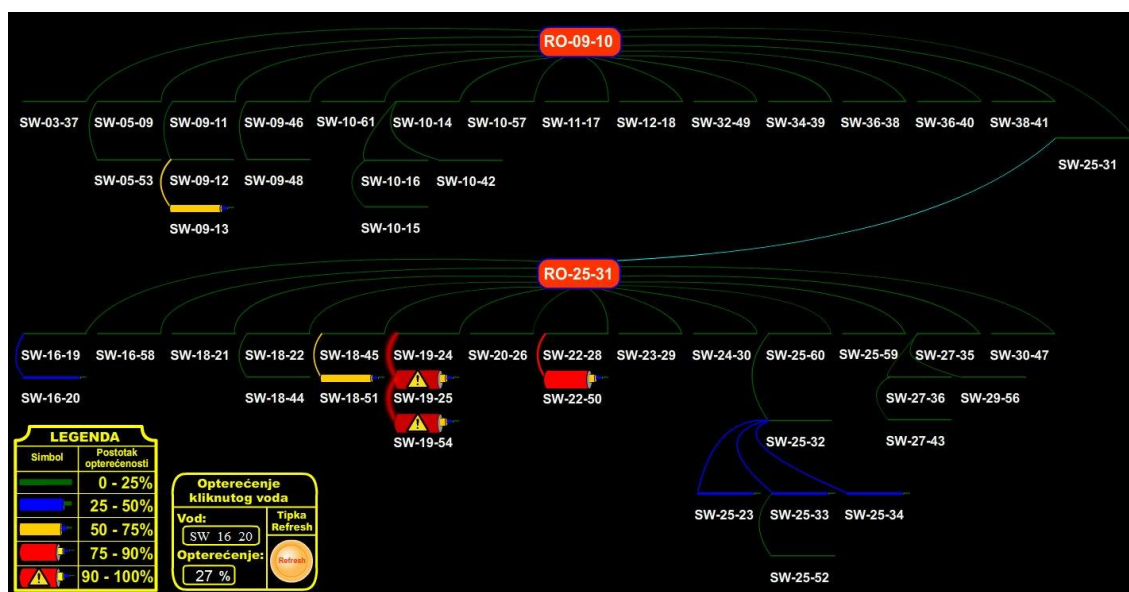
Slika 34: Grafički prikaz legende i opterećenja kliknutog optičkog voda.

8.3. Rezultati testiranja grafičkog sučelja

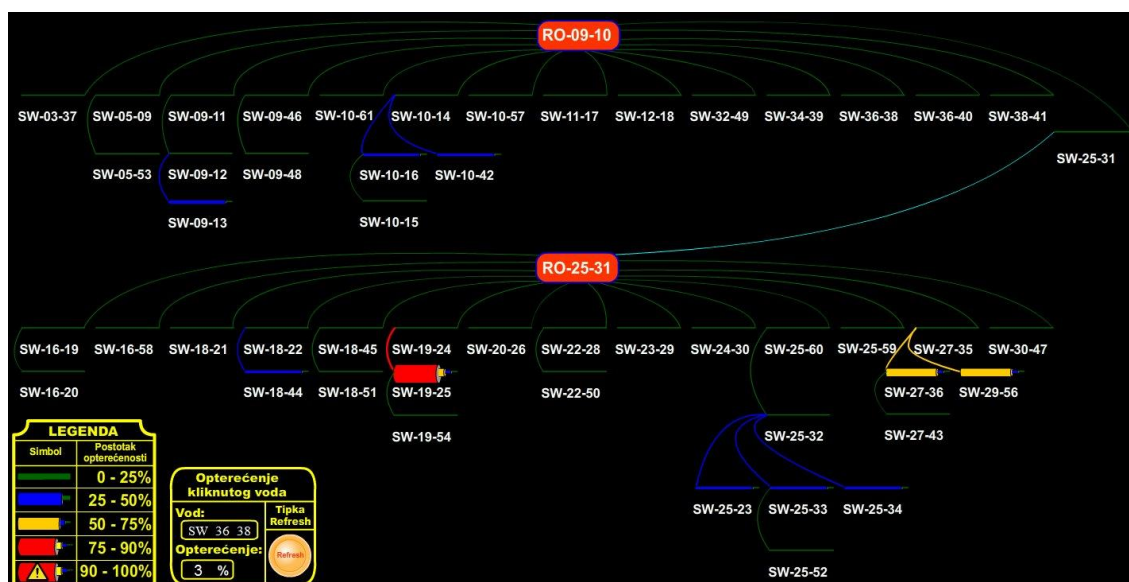
8.3.1. Način i rezultati testiranja

Završna faza praktičnog djela rada bilo je testiranje na kampus mreži Instituta Ruđer Bošković (IRB). Prema dogovoru, stanje svakog optičkog voda ispisuje se pomoću XML tehnologije na web stranicu Instituta, iz koje, zatim, aplikacija uzima podatke i ovisno o istima prikazuje grafičko stanje svakog optičkog voda.

Kako optički vodovi imaju veliku propusnost i na kampus mreži IRB-a su dobro organizirani, prilikom testiranja nije došlo do preopterećenja vodova. Grafičkim simbolom je prikazano područje opterećenja u kojem se nalazi određeni optički vod. Realno stanje opterećenosti dobiva se klikom miša na promatrani vod. Rezultati testiranja tj. grafičko sučelje za prikaz opterećenosti optičkih vodova u realnom vremenu na kampus mreži Instituta Ruđer Bošković prikazani su na slikama 35 i 36.



Slika 35: Grafički prikaz legende i opterećenja kliknutog optičkog voda na kampus mreži Instituta Ruđer Bošković.



Slika 36: Grafički prikaz legende i opterećenja kliknutog optičkog voda na kampus mreži Instituta Ruđer Bošković.

Aplikacija uredno radi i svakih desetak sekundi uzima podatke iz on-line baze podataka Instituta. Klikom na tipku „Refresh“ podaci se uzimaju trenutno iz baze, neovisno o intervalu od deset sekundi koji je zadan u programu.

8.3.2. Primjena aplikacije za prikaz stanja u optičkim vodovima

Aplikacija je primjenjiva u svakoj mreži optičkih vodova uz korištenje istih parametara u XML on-line bazi podataka. Navedena fleksibilnost podrazumijeva da su imena varijabli jednaka imenima varijabli koje se koriste u ovom programskom kodu. Osim toga, potrebno je promijeniti, u programu koji se nalazi u prilogu na cd-u, web odredište na kojem se nalazi neka druga on-line baza sa drugačijim podacima. Ukoliko su navedeni uvjeti zadovoljeni, aplikacija će nesmetano raditi.

9. Zaključak

Praćenje rada optičkih vodova može se vršiti na različite načine, ovisno o promatranim svojstvima voda. U ovom radu dano je rješenje za vizualno i brojčano određivanje opterećenja optičkog voda. Iz provedenog istraživanja zaključeno je da boje utječu na čovjekovo zapažanje i reakciju, te da su zelena i plava smirujuće boje, za razliku od uznemirujućih boja poput žute i crvene. Iz tog razloga optički vodovi su prikazani simbolima određenih boja, od najsmirenijih do najviše uznemirujućih, te veličina, ovisno o opterećenosti. Različiti izgledi simbola upućuje čovjeka na područje opterećenja voda, te da li postoji potreba za ikakvom intervencijom u smislu rasterećivanja voda.

Dosadašnje praćenje optičkih vodova svodilo se na upisivanje imena optičkog voda, a kao rezultat je dobiveno njegovo stanje u brojčanom obliku. Obzirom da postoji pedeset vodova za praćenje, to je uvelike usporavalo reakciju u slučaju nekog kvara ili greške, jer se najprije trebao odrediti vod u kvaru, a tek onda je bila moguća reakcija na kvar. Upravo se zbog spore reakcije na kvarove krenulo u izradu grafičkog sučelja na kojem se u svakom trenutku može vidjeti stanje svakog od pedeset optičkih vodova. Simbol optičkog voda podsjeća na pravi fizički vod, a ovisno o stupnju opterećenja, ima četiri različita izgleda. Stupnjevi opterećenja su podijeljeni od 0 – 90 %, i vod se u svakom stupnju razlikuje po debljini linije i boji. Najviše smirujuća boja, zelena, koristi se u rasponu opterećenja od 0 – 25 %, zatim slijedi plava koja označava opterećenost voda od 25 – 50 %. Žuta boja odabrana je kao predzadnja, a označava da je opterećenost prošla granicu od 50 %, ali je niža od 75 %. Za opterećenost iznad 75 % pa do 90 % odabrana je crvena boja. Crvena označava određeni stupanj pripravnosti i zahtjeva nadgledanje. Zadnje područje proteže se od 90 do 100 %, a osim crvene boje, na simbolu optičkog voda je i žuti animirani trokut s uskličnikom u sredini koji označava posljednji stupanj reakcije.

Pokazalo se da grafičko sučelje olakšava praćenje stanja optičkih vodova i, važnije, moguće je gotovo trenutno reagirati na neki kvar ili grešku na vodu. Dovoljan je jedan pogled na grafičko sučelje i zamjećuje se stanje svih optičkih vodova, a to je velika prednost u odnosu na prethodni sustav za praćenje.

10. Literatura

- [1] http://spvp.zesoi.fer.hr/seminari/2005/MarasovicJosko_Svjetlovodi.pdf, lipanj 2010.
- [2] www3.tron-inter.net/merenja/Merenja%20na%20optickim%20kablovima.pdf, lipanj 2010.
- [3] <http://www.lanciermonitoring.de/index.php>, srpanj 2010.
- [4] http://www.nicotragroup.com/1_1_1_1_ocnms.php, srpanj 2010.
- [5] <http://www.jdsu.com/products/communications-test-measurement/products/a-z-product-list/ofm-500.html>, srpanj 2010.
- [6] <http://security.lss.hr/documents/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2007-06-195.pdf>, kolovoz 2010.
- [7] Đ. Parac-Osterman, *Osnove o boji i sustavi vrednovanja*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2007.
- [8] http://racunala.ttf.unizg.hr/files/Boja_i_atributi_boje.pdf, rujan 2010.
- [9] Etnografski muzej/Zagreb, *Moć boja(Kako su boje osvojile svijet)*, nakladnik: Etnografski muzej Zagreb, ožujak-rujan 2009.
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash#Competition , rujan 2010.
- [11] J. Makar, D. Petterson, *Flash 8 ActionScript*, Beograd, 2006.
- [12] <http://www.pardus.hr/XML/xml.html>, rujan 2010.
- [13] <http://hr.wikipedia.org/wiki/XML> , rujan 2010.
- [14] http://www.zbrdazdola.com/infobible/internet/o_internetu.htm, rujan 2010.
- [15] K. Skala, *Optoelektronički sustavi*, DMZUH, Zagreb, 2003.